

# PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki

KIERUNEK STUDIÓW: Elektronika i telekomunikacja

z dziedziny nauk inżynierijsko-technicznych

Przyporządkowany do dyscypliny: D1 automatyka, elektronika i elektrotechnika (dyscyplina wiodąca)

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski/angielski

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 dla specjalności Mikrosystemy – zał. nr 3a do programu studiów
4. Plan studiów dla specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa – zał. nr 3b do programu studiów
5. Plan studiów dla specjalności Electronics, Photonics, Microsystems – zał. nr 3c do programu studiów
6. Karty kursów – zał. nr 4 do programu studiów (osobny zbiór)

Uchwała Senatu PWr nr 753/32/2016-2020 z dnia 16 maja 2019 r.

Obowiązuje od 1.10.2019 r.

## ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

**Wydział: Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki**  
**Kierunek studiów: Elektronika i telekomunikacja**  
**Poziom studiów: studia drugiego stopnia**  
**Profil: ogólnoakademicki**

### Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki inżyniersko-techniczne  
Dyscyplina/dyscypliny w przypadku kilku dyscyplin proszę wskazać dyscyplinę wiodącą)  
automatyka, elektronika i elektrotechnika

### Objaśnienie oznaczeń:

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

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

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

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

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

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

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

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

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

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

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

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

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Elektronika i telekomunikacja 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 poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiającym uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
K2eit_W01	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresie nauk i dziedzin (fizyka, chemia, biologia, informatyka, inżynieria materiałowa) niezbędną do zrozumienia istoty zjawisk/właściwości będących wynikiem zmniejszenia wymiarów a wykorzystywanych w nanotechnologii	P7U_W	P7S_WG	
K2eit_W02	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego oraz podstawy teoretyczne i doświadczalne dla szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki i fotoniki niezbędnych do zrozumienia zjawisk (fotoelektronowego, akustyczno-elektronowego, nadprzewodnictwa)	P7U_W	P7S_WG	
K2eit_W03	ma podstawową wiedzę w zakresie teorii i metod programowania liniowego i nieliniowego wykorzystywanych w działaniach optymalizacyjnych		P7S_WG	
K2eit_W04	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą typowych technik i algorytmów numerycznych stosowanych w inżynierii jak: różniczkowanie i całkowanie numeryczne, planowanie eksperymentów, optymalizacja stosowana do rozwiązywania równań i układów równań, zarówno liniowych jak i nieliniowych, interpolacji czy optymalizacji numerycznej oraz układów równań różniczkowych	P7U_W	P7S_WG	
K2eit_W05	zna i rozumie elementy statystyki matematycznej pod kątem możliwości zastosowania jej w praktyce inżynierskiej i w badaniach naukowych	P7U_W		

K2eit_W06	ma podstawową wiedzę w zakresie: równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, równań całkowych, teorii procesów stochastycznych (procesy stacjonarne, Markowa, odnowy, gaussowskie), przestrzeni Hilberta, niezbędną do zrozumienia zagadnień matematycznych w naukach o charakterze inżynierskim	P7U_W		
K2eit_W07	ma wiedzę dotyczącą teorii niezawodności, metod testowania elementów i urządzeń, metod diagnostyki, podstawowych charakterystyk w teorii niezawodności, typowych rozkładów, niezawodności systemów, estymacji parametrów niezawodności, planów badań, testowania i diagnostyki oraz modeli uszkodzeń		P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2eit_W08	posiada wiedzę dotyczącą podstaw działania czujników siły i wychylenia, bazujących na efekcie piezorezystywnym i piezoelektrycznym, metod obliczania czułości pomiarowej i zdolności rozdzielczej czujników piezorezystywnych oraz konstrukcji systemów MEMS		P7S_WG	
K2eit_W09	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną i szczegółową z zakresu nauk ścisłych i technicznych w obszarach właściwych dla studiowanego kierunku	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2eit_W10	posiada wiedzę o podstawach systemów organizacji produkcji i zarządzania, przydatną menadżerom małych i średnich przedsiębiorstw; zna nowoczesne systemy produkcyjne i procesy zarządzania produkcją oraz informacje o finansach, analizie rynku, logistyce, kierowaniu zespołami ludzkimi, stanowiące podstawę strategicznego kierowania przedsiębiorstwem		P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2eit_W11	ma wiedzę niezbędną do rozumienia ekonomicznych, prawnych, społecznych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej		P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2eit_W12	ma podstawową wiedzę w zakresie zarządzania / zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej		P7S_WK	P7S_WK_INŻ



K2eit_W13	ma wiedzę z zakresu techniki sensorowej, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych i mechanicznych zasad działania sensorów i aktuatorów, zna zależności między ich parametrami użytkowymi a budową; ma podstawową wiedzę na temat technologii sensorów i aktuatorów	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
Efekty uczenia się w kategorii WIEDZA dla specjalności:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy (EMS) zawarte są w <b>załączniku I</b></li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa (EOT) zawarte są w <b>załączniku II</b></li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems (EPM) zawarte są w <b>załączniku III</b></li> </ul>				
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
K2eit_U01	potrafi ocenić i wykorzystać elementy/obiekty o wymiarach nanometrowych (przede wszystkim elementy półprzewodnikowe oraz inne wykonane różnicowanymi technikami/technologiami)		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U02	potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w zastosowaniach elektroniki kwantowej		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U03	potrafi stosując metody programowania liniowego i nieliniowego rozwiązywać przykłady i zadania optymalizując postawiony cel	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U04	potrafi wykorzystać poznane metody numeryczne do rozwiązywania typowych zagadnień inżynierskich	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U05	ma podstawowe praktyczne umiejętności w zakresie prezentacji, analizy i interpretacji danych oraz zastosowania metod statystycznych w analizie różnorodnych zjawisk fizycznych	P7U_U	P7S_UK P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U06	potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z równań różniczkowych i całkowych oraz procesów stochastycznych do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych powiązanych ze studiowaną dyscypliną inżynierską	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U07	potrafi rozwiązywać zagadnienia z zakresu: obliczania charakterystyk niezawodności, obliczania parametrów z wykorzystaniem danych pomiarowych, planowania sposobów testowania, planowania metod diagnostyki	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U08	potrafi przedstawić zasadę działania i podstawowe charakterystyki i konstrukcje aktuatorów wychylenia, wykorzystujących aktywność piezoelektryczną i elektrostatyczną	P7U_U	P7S_UK	

K2eit_U09	potrafi korzystając z informacji literaturowych oraz na bazie wyników prac własnych, integrując i interpretując oraz dokonując krytycznej oceny przygotować i przedstawić prezentacje ustną dotyczącą zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	
K2eit_U10	potrafi wykorzystać poznaną wiedzę o nowoczesnych systemach produkcyjnych i procesach zarządzania produkcją, analizie rynku, logistyce i kierowaniu zespołami ludzkimi	P7U_U	P7S_UO P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U11	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi badawczymi		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U12	potrafi ocenić przydatność i możliwości wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie technik i technologii związanych ze studiowanym kierunkiem studiów		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U13	potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne, zwłaszcza w powiązaniu ze studiowanym kierunkiem studiów, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U14	potrafi zaproponować ulepszenia / usprawnienia istniejących rozwiązań technicznych		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U15	potrafi ocenić i wykorzystać elementy półprzewodnikowe oraz inne wykonane różnicowanymi technikami/technologiami		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2eit_U16	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia	P7U_U		
K2eit_U17	zna specjalnościowy język obcy na poziomie średnio-zaawansowanym (B2+); potrafi porozumiewać się (ustnie i na piśmie) w środowisku zawodowym, zna więcej niż jeden język obcy		P7S_UK	
Efekty uczenia się w kategorii UMIEJĘTNOŚCI dla specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy (EMS) zawarte są w <b>załączniku I</b></li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa (EOT) zawarte są w <b>załączniku II</b></li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems (EPM) zawarte są w <b>załączniku III</b></li> </ul>				
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
K2eit_K01	cechować go będzie otwartość na nowe innowacyjne rozwiązania, konstrukcje i procesy wytwórcze		P7S_KK	

K2eit_K02	dostrzega aspekty związane ze zbieraniem, prezentacją danych pomiarowych w różnych dziedzinach praktyki inżynierskiej oraz konieczność stosowania metod statystycznych do ich opisu	P7U_K	P7S_KK P7S_KR	
K2eit_K03	dostrzega konieczność podejmowania i wdrażania działań optymalizacyjnych w różnorodnych dziedzinach życia	P7U_K	P7S_KK P7S_KO	
K2eit_K04	uwzględnia konieczność stosowania metod numerycznych w procesie projektowania		P7S_KK	
K2eit_K05	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy		P7S_K P7S_KK	
K2eit_K06	prawidłowo identyfikuje, rozwiązuje i wdraża, współdziałając w grupie, wiedzę do analizy zagadnień matematycznych		P7S_KK P7S_KO P7S_KR	
K2eit_K07	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji zadania określonego przez siebie i innych; potrafi bezpiecznie wykonywać i opracowywać wyniki pomiarów	P7U_K	P7S_KR	
K2eit_K08	ma świadomość ważności zagadnień związanych z: wdrażaniem i funkcjonowaniem w działalności inżynierskiej nowoczesnych systemów produkcyjnych, procesów zarządzania produkcją, logistyki oraz kierowaniem zespołami ludzkimi	P7U_K	P7S_KK	
K2eit_K09	rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, m.in. przez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć studiowanego kierunku i innych aspektów działalności inżyniera elektronika, w sposób powszechnie zrozumiały z uwzględnieniem różnych punktów widzenia	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	
K2eit_K10	ma świadomość wagi i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	
K2eit_K11	potrafi wskazać priorytety służące realizacji określonego zadania	P7U_K		
K2eit_K12	prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu		P7S_KR	

Efekty uczenia się w kategorii KOMPETENCJE SPOŁECZNE dla specjalności:

- Mikrosystemy (EMS) zawarte są w **załączniku I**
- Optoelektronika i technika światłowodowa (EOT) zawarte są w **załączniku II**
- Electronics, Photonics, Microsystems (EPM) zawarte są w **załączniku III**

**Specjalność Mikrosystemy**

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności Mikrosystemy Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do ogólnych charakterystyk efektów		
		Uniwersalna charakterystyka pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
S2ems_W01	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie procesów technologicznych stosowanych w szeroko rozumianej mikroelektronice cienkowarstwowej z wykorzystaniem wiedzy na temat zjawisk zachodzących podczas plazmowych procesów w atmosferze obniżonego ciśnienia	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W02	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie teoretycznych i praktycznych aspektów zastosowania metod numerycznych do modelowania i projektowania w dziedzinie mikrosystemów	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W03	ma uporządkowaną, podstawową wiedzę w zakresie budowy i działania analogowych układów scalonych	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W04	rozumie metodykę programowania i uruchamiania układów <i>FPGA</i>	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W05	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu nauk i dziedzin (fizyka, chemia, biologia, informatyka, inżynieria materiałowa) niezbędną do zrozumienia istoty zjawisk/właściwości będących wynikiem zmniejszenia wymiarów i wykorzystywanych w technice mikrosystemów	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W06	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego oraz podstawy teoretyczne i doświadczalne dla szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki i techniki mikrosystemów	P7U_W	P7S_WG	

S2ems_W07	ma podstawową wiedzę w zakresie teorii i metod programowania liniowego i nieliniowego, wykorzystywanych w działaniach optymalizacyjnych systemów mikroelektromechanicznych		P7S_WG	
S2ems_W08	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą typowych technik i algorytmów numerycznych stosowanych w modelowaniu systemów mikroelektromechanicznych	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W09	zna i rozumie elementy statystyki matematycznej pod kątem możliwości zastosowania jej w praktyce inżynierskiej i w badaniach naukowych w zakresie techniki mikrosystemów	P7U_W		
S2ems_W10	ma podstawową wiedzę w zakresie: równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, równań całkowych, teorii procesów stochastycznych (procesy stacjonarne, Markowa, odnowy, gaussowskie), przestrzeni Hilberta, niezbędną do zrozumienia zagadnień matematycznych w naukach o charakterze inżynierskim, wykorzystywanych w technice MEMS	P7U_W		
S2ems_W11	ma poszerzoną, pogłębianą i uporządkowaną wiedzę w zakresie fizyki i podstaw chemii niezbędną do zrozumienia działania systemów zasilających w mikrosystemach (zasada działania, rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne, parametry eksploatacyjne)	P7U_W		
S2ems_W12	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat aktualnych osiągnięć elektroniki użytkowej i przemysłowej: mikroelektronika, elektronika dużych mocy wysokotemperaturowa, mikrosystemy w tym: M i MO; posiada wiedzę o najnowszych zastosowaniach elektroniki		P7S_WG	
S2ems_W13	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę związaną z konstrukcją, zasadami działania, właściwościami i zastosowaniem czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC ( <i>Low Temperature Cofired Ceramic</i> ); zna kierunki rozwoju mikrosystemów LTCC		P7S_WG	

S2ems_W14	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą podstaw fizyko-chemicznych, technologicznych, konstrukcji, wytwarzania, działania i zastosowań mikrosystemów analitycznych, mikroreaktorów, bio-chipów i lab-on-chipów		P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2ems_W15	ma uporządkowaną wiedzę dot. wykorzystywania metod badań oraz analizy wyników do kompleksowej diagnostyki właściwości materiałów dla elektroniki i fotoniki	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W16	ma wiedzę z zakresu podstaw techniki sensorowej w obszarze studiowanego kierunku studiów w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych i chemicznych mechanizmów działania sensorów z uwzględnieniem zależności między ich parametrami użytkowymi a budową; ponadto, ma wiedzę w zakresie podziału i technologii wykonywania sensorów	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W17	ma wiedzę o budowie i zasadach działania współczesnych systemów operacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem systemów rodziny Linux oraz systemów wbudowanych; zna zasady korzystania z niskopoziomowych funkcji systemowych i programowania oraz konfiguracji systemów wbudowanych przeznaczonych m.in. dla mikrokontrolerów	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W18	ma uporządkowaną wiedzę w zakresie konstrukcji, działania, projektowania niektórych układów elektronicznych odpowiedzialnych za pomiar i przetwarzanie sygnałów czujnikowych	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W19	ma wiedzę dotyczącą teorii niezawodności, metod testowania elementów i urządzeń, metod diagnostyki; posiada wiedzę na temat podstawowych charakterystyk w teorii niezawodności, typowych rozkładów, niezawodności systemów, estymacji parametrów niezawodności, planów badań, testowania i diagnostyki, oraz modeli uszkodzeń		P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2ems_W20	posiada wiedzę dotyczącą podstaw działania czujników siły i wychylenia, bazujących na efekcie piezorezystywnym i piezoelektrycznym, metod obliczania czułości pomiarowej i zdolności rozdzielczej czujników piezorezystywnych, piezoelektrycznych oraz konstrukcji systemów		P7S_WG	P7S_WG_INŻ

S2ems_W21	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną i szczegółową z zakresu nauk ścisłych i technicznych w obszarach właściwych dla studiowanej specjalności; zna podstawowe zasady redakcji opracowania naukowego, pracy dyplomowej	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2ems_W22	posiada uporządkowaną wiedzę o podstawowych procesach technologicznych, charakterystycznych dla elektroniki polimerowej i molekularnej oraz o podstawowych materiałach, elementach biernych i przyrządach aktywnych elektroniki organicznej	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W23	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę uniwersalną i pogłębioną z zakresu nauk ścisłych i technicznych w obszarach właściwych dla studiowanej specjalności	P7U_W	P7S_WG	
S2ems_W24	posiada wiedzę o podstawach systemów organizacji produkcji i zarządzania, przydatną menadżerom małych i średnich przedsiębiorstw; zna nowoczesne systemy produkcyjne i procesy zarządzania produkcją oraz informacje o finansach, analizie rynku, logistyce, kierowaniu zespołami ludzkimi, stanowiące podstawę strategicznego kierowania przedsiębiorstwem		P7S_WK	
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
S2ems_U01	potrafi zaplanować proces technologiczny osadzania warstwy cienkiej, w tym z wykorzystaniem procesów zachodzących w wyładowaniach gazowych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U02	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem mikrosystemów, integrować wiedzę pochodzącą z różnych źródeł		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U03	potrafi ocenić, porównać ze względu na parametry opisujące układ scalony, rozwiązania układowe i dokonać analizy pracy analogowych i cyfrowych układów scalonych w typowych zastosowaniach		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U04	potrafi zaprogramować i uruchomić układy <i>FPGA</i>		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U05	potrafi ocenić i wykorzystać elementy/obiekty o wymiarach mikrometrowych (przede wszystkim elementy czujnikowe/sensorowe oraz inne wykonane różnicowanymi technikami/technologiami)		P7S_UW	P7S_UW_INŻ

S2ems_U06	potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w mikrosystemach		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U07	potrafi, stosując metody programowania liniowego i nieliniowego, rozwiązywać przykłady i zadania optymalizując parametry mikrosystemów	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U08	potrafi wykorzystać poznane metody numeryczne podczas projektowania konstrukcji MEMS	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U09	ma podstawowe praktyczne umiejętności w zakresie prezentacji, analizy i interpretacji danych oraz zastosowania metod statystycznych w analizie niezawodności mikrosystemów	P7U_U	P7S_UK P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U10	potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z równań różniczkowych i całkowych oraz procesów stochastycznych do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych powiązanych ze studiowaną specjalnością	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U11	potrafi w zależności od wymagań oraz dostępnych rozwiązań i parametrów eksploatacyjnych dobrać i zastosować odpowiednie źródło zasilania mikrosystemu		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U12	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań (układów, systemów elektroniki użytkowej i przemysłowej) o charakterze innowacyjnym		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U13	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U14	potrafi zaprojektować wybrane czujniki, aktuatory i mikrosystemy ceramiczne; potrafi opracować założenia dot. konstrukcji wybranych przyrządów oraz opracować algorytm technologii wykonania struktury		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U15	potrafi opisać, ocenić i porównać działanie mikrosystemów analitycznych gazowych i cieczowych; zna zasady projektowania, wytwarzania, działania oraz zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii		P7S_UW	P7S_UW_INŻ



S2ems_U16	potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do przeprowadzenia badań elementów składowych mikrosystemów analitycznych (zaworów, dozowników, mieszaczy, detektorów) oraz zna pracę kompletnych wysoko zaawansowanych mikrosystemów analitycznych (np. zintegrowany chromatograf gazowy)		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U17	potrafi planować, bezpiecznie wykonywać pomiary oraz opracowywać wyniki pomiarów		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U18	potrafi różnicować metody stosowane w badaniach półprzewodnikowych struktur powierzchniowych, stosowanych w elektronice mikro-systemów oraz w charakteryzacji strukturalnej nowoczesnych materiałów mikro- i optoelektroniki		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U19	potrafi ocenić przydatność i wykorzystać poznane metody, stosowane w mikroelektronice do charakteryzacji powierzchni ciała stałego, struktury, składu materiałowego oraz właściwości optycznych		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U20	potrafi zaprojektować, wykonać i przeprowadzić badania wytworzonych lub handlowo dostępnych czujników oraz wyznaczyć ich parametry użytkowe		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U21	posiada umiejętność korzystania z niskopoziomowych funkcji systemowych; potrafi programować i konfigurować systemy wbudowane, przeznaczone m.in. dla mikrokontrolerów		P7S_UW	
S2ems_U22	potrafi zaprojektować układy elektroniczne odpowiedzialne za pomiar i przetwarzanie sygnałów czujnikowych, a w zależności od stopnia złożoności wykonać, uruchomić i zmierzyć właściwości użytkowe skonstruowanych precyzyjnych układów analogowych i cyfrowych (mikrokontrolerowych), w tym układów sterowania i automatyki		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U23	potrafi przedstawić zasadę działania i podstawowe charakterystyki i konstrukcje aktuatorów wychylenia, działających na zasadzie aktuacji piezoelektrycznej i elektrostatycznej		P7S_UK	

S2ems_U24	potrafi, korzystając z informacji literaturowych oraz w oparciu o wyniki prac własnych, integrując i interpretując oraz dokonując krytycznej oceny, przygotować pracę dyplomową i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu studiowanej specjalności; posługuje się językiem angielskim w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, również w sprawach zawodowych, czytania ze zrozumieniem literatury fachowej, a także przygotowania i wygłoszenia krótkiej prezentacji na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego w zakresie studiowanej specjalności	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	
S2ems_U25	potrafi ocenić i wykorzystać wiedzę o elementach i podzespołach biernych (czujnikach opartych na kompozytach wypełniacz proszkowy - lepiszcze organiczne), przyrządach aktywnych elektroniki organicznej (emitery promieniowania optycznego, wyświetlacze, detektory promieniowania, tranzystory organiczne, układy scalone oraz pamięci masowe) oraz czujnikach chemicznych opartych na półprzewodnikach organicznych		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2ems_U26	potrafi, korzystając z informacji literaturowych oraz na bazie wyników prac własnych, integrując i interpretując oraz dokonując krytycznej oceny przygotować i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu studiowanej specjalności	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	
S2ems_U27	potrafi wykorzystać poznaną wiedzę o nowoczesnych systemach produkcyjnych i procesach zarządzania produkcją, analizie rynku, logistyce i kierowaniu zespołami ludzkimi		P7S_UW P7S_UO	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
S2ems_K01	pracuje samodzielnie i w zespole	P7U_K		
S2ems_K02	uwzględnia konieczność stosowania metod numerycznych w procesie projektowania mikrosystemów		P7S_KK	
S2ems_K03	potrafi myśleć i działać w sposób innowacyjny i przedsiębiorczy	P7U_K	P7S_KK	
S2ems_K04	cechować go będzie otwartość na nowe innowacyjne rozwiązania, konstrukcje i procesy wytwórcze stosowane w technice mikrosystemów		P7S_KK	

S2ems_K05	dostrzega aspekty związane ze zbieraniem, prezentacją danych pomiarowych oraz konieczność stosowania metod statystycznych do ich opisu projektowanych czujników MEMS	P7U_K	P7S_KK P7S_KR	
S2ems_K06	dostrzega konieczność podejmowania i wdrażania działań optymalizacyjnych struktur, elementów i systemów stosowanych w różnych dziedzinach życia	P7U_K	P7S_KK P7S_KO	
S2ems_K07	prawidłowo identyfikuje, rozwiązuje i wdraża, współdziałając w grupie, wiedzę do analizy zagadnień inżynierskich		P7S_KR P7S_KK P7S_KO	
S2ems_K08	rozumie potrzebę ustawicznego kształcenia się, rozumie zasadę działania elementów sensorowych, z których korzysta oraz rozumie konieczność stosowania sensorów, w celu poprawy bezpieczeństwa człowieka, szybszej diagnostyki medycznej oraz kontroli stanu środowiska	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	
S2ems_K09	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji zadania określonego przez siebie i innych; potrafi bezpiecznie wykonywać i opracowywać wyniki pomiarów	P7U_K		
S2ems_K10	ma świadomość ważności zagadnień związanych z: wdrażaniem i funkcjonowaniem w działalności inżynierskiej nowoczesnych technologii systemów wytwórczych, organizacją produkcji, logistyką oraz kierowaniem zespołami ludzkimi	P7U_K	P7S_KK	
S2ems_K11	rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, m.in. poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć studiowanej specjalności i innych aspektów działalności inżyniera elektronika, w sposób powszechnie zrozumiały z uwzględnieniem różnych punktów widzenia	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	

## Specjalność Optoelektronika i technika światłowodowa

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do ogólnych charakterystyk efektów		
		Uniwersalna charakterystyka pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
S2eot_W01	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów fotonicznych	P7U_W	P7S_WG	
S2eot_W02	ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2eot_W03	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów elektronicznych	P7U_W	P7S_WG	
S2eot_W04	ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów optoelektronicznych, sensorowych i mikrosystemowych	P7U_W	P7S_WG	
S2eot_W05	ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych mechanizmów wzmacniania i generacji promieniowania elektromagnetycznego, laserów, a także zastosowania techniki laserowej	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ

S2eot_W06	ma pogłębioną, uporządkowaną wiedzę w zakresie procesów wytwarzania elementów, układów scalonych i mikrosystemów, a także wpływu parametrów tych procesów na parametry konstrukcyjne i użytkowe wytwarzanych obiektów; ma podstawową wiedzę w zakresie nanotechnologii	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2eot_W07	ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie wykorzystania i projektowania światłowodowych systemów pomiarowych przydatnych we współczesnych dziedzinach techniki	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2eot_W08	ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk optycznych w półprzewodnikach, podstaw fizycznych i konstrukcji zaawansowanych przyrządów i układów optoelektroniczny oraz zastosowań układów optoelektronicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2eot_W09	rozumie metodykę projektowania złożonych analogowych, cyfrowych i mieszanych układów elektronicznych (również w wersji scalonej) oraz systemów elektronicznych; zna języki opisu sprzętu i komputerowe narzędzia do projektowania i symulacji układów i systemów	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2eot_W10	ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji, ma podstawową wiedzę w zakresie algorytmów wykorzystywanych w aplikacjach służących do modelowania układów i systemów fotoniki, zna i rozumie zaawansowane metody numeryczne stosowane w projektowaniu układów i systemów elektronicznych i fonicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2eot_W11	ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji; ma uporządkowaną wiedzę w zakresie urządzeń wchodzących w skład sieci teleinformatycznych, w tym sieci bezprzewodowych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ

S2eot_W12	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotowoltaiki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania elementów fotowoltaicznych oraz projektowania i oceny jakości systemów fotowoltaicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
S2eot_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U02	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi ocenić czasochłonność zadania; potrafi kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie		P7S_UO	
S2eot_U03	potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U04	potrafi przygotować i przedstawić prezentację na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji		P7S_UK	
S2eot_U05	posługuje się językiem angielskim w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, również w sprawach zawodowych, czytania ze zrozumieniem literatury fachowej, a także przygotowania i wygłoszenia krótkiej prezentacji na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego		P7S_UW P7S_UK	
S2eot_U06	potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne (w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując) do analizy i projektowania elementów, układów i systemów elektronicznych i fotonicznych	P7U_U		
S2eot_U07	potrafi ocenić i porównać rozwiązania projektowe oraz procesy wytwarzania elementów i układów elektronicznych, ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne (pobór mocy, budżet termiczny, szybkość działania, wiarygodność, czasochłonność, koszt itp.)		P7S_UW	P7S_UW_INŻ

S2eot_U08	potrafi zaplanować oraz przeprowadzić symulację i pomiary charakterystyk elektrycznych i optycznych, a także ekstrakcję parametrów charakteryzujących materiały, elementy oraz analogowe i cyfrowe układy elektroniczne		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U09	potrafi zaplanować proces testowania złożonego układu elektronicznego, a także systemu elektronicznego lub fotonicznego		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U10	potrafi projektować elementy elektroniczne, analogowe, cyfrowe i mieszane układy elektroniczne (fotoniczne) oraz systemy elektroniczne, uwzględniając zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne, w razie potrzeby przystosowując istniejące lub opracowując nowe metody projektowania lub komputerowe narzędzia wspomagania projektowania (CAD)		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U11	potrafi projektować układy i systemy elektroniczne przeznaczone do różnych zastosowań, w tym układy elektroniczne i fotoniczne, monolityczne i hybrydowe		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U12	potrafi zastosować urządzenia komunikacyjne w lokalnych i rozległych sieciach teleinformatycznych, w tym w sieciach światłowodowych		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U13	potrafi formułować oraz wykorzystując odpowiednie narzędzia analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, testować hipotezy związane z modelowaniem i projektowaniem elementów, układów i systemów elektronicznych oraz projektowaniem procesu ich wytwarzania		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U14	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem elementów, układów i systemów elektronicznych oraz projektowaniem procesu ich wytwarzania, integrować wiedzę z dziedziny elektroniki, fotoniki, informatyki, automatyki, telekomunikacji i innych dyscyplin, stosując podejście systemowe, z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U15	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem elementów, układów i systemów elektronicznych oraz projektowaniem procesu ich wytwarzania, integrować wiedzę pochodzącą z różnych źródeł		P7S_UW	

S2eot_U16	potrafi oszacować koszty procesu projektowania i realizacji układu lub systemu elektronicznego lub fotonicznego		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U17	potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań projektowych i modeli elementów, układów i systemów elektronicznych		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U18	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie materiałów, elementów, metod projektowania i wytwarzania (w tym technologii mikroelektronicznych) do projektowania i wytwarzania układów i systemów elektronicznych, zawierających rozwiązania o charakterze innowacyjnym		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U19	potrafi zaprojektować złożone urządzenie, obiekt, system lub proces oraz zrealizować ten projekt (choćby w części), związany z zakresem studiowanego kierunku, stosując właściwe metody i narzędzia, zarówno istniejące jak i opracowane (nowe)		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2eot_U20	potrafi dobierać i oceniać elementy światłowodowe i optoelektroniczne stosowane do konstrukcji systemów fotoniki i sieci światłowodowych; zna techniki pomiarów światłowodów, sprzęgaczy światłowodowych oraz możliwości ich zastosowania w układach światłowodowych		P7S_UW	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
S2eot_K01	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy		P7S_KO	
S2eot_K02	rozumie potrzebę ciągłego uaktualniania wiedzy i uczenia się przez całe życie; potrafi przygotować materiały szkoleniowe i prezentacje popularno-naukowe		P7S_KK	
S2eot_K03	potrafi myśleć proekologicznie, ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, potrafi projektować systemy wykorzystujące alternatywne źródła energii		P7S_KO	
S2eot_K04	potrafi zaplanować i opracować plan realizacji projektu, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	P7U_K	P7S_KR	



## Specjalność Electronics, Photonics, Microsystems

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności Electronics, Photonics, Microsystems Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do ogólnych charakterystyk efektów		
		Uniwersalna charakterystyka pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
S2epm_W01	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie procesów technologicznych stosowanych w szeroko rozumianej mikroelektronice cienkowarstwowej z wykorzystaniem wiadomości na temat zjawisk zachodzących podczas plazmowych procesów w atmosferze obniżonego ciśnienia	P7U_W	P7S_WG	
S2epm_W02	ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2epm_W03	ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie wykorzystania i projektowania światłowodowych systemów pomiarowych przydatnych we współczesnych dziedzinach techniki	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2epm_W04	ma poszerzoną, pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie fizyki i podstaw chemii niezbędną do zrozumienia działania systemów zasilających w mikrosystemach (zasada działania, rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne, parametry eksploatacyjne)	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ

S2epm_W05	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę związaną z konstrukcją, zasadami działania, właściwościami i zastosowaniem czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC ( <i>Low Temperature Cofired Ceramic</i> ); zna kierunki rozwoju mikrosystemów LTCC		P7S_WG	
S2epm_W06	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą podstaw fizykochemicznych, technologicznych, konstrukcji, wytwarzania, działania i zastosowań mikrosystemów analitycznych, mikroreaktorów, bio-chipów i lab-on-chipów		P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2epm_W07	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie teoretycznych i praktycznych aspektów zastosowania metod numerycznych do modelowania i projektowania w dziedzinie mikrosystemów	P7U_W	P7S_WG	
S2epm_W08	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów fotonicznych	P7U_W	P7S_WG	
S2epm_W09	posiada wiedzę dotyczącą podstaw projektowania urządzeń elektronicznych z zastosowaniem podzespołów optoelektronicznych i światłowodowych, spełniających zadane parametry wyjściowe	P7U_W	P7S_WG	
S2epm_W10	ma wiedzę o budowie i zasadach działania współczesnych systemów operacyjnych ze szczególnym uwzględnieniem systemów rodziny Linux oraz systemów wbudowanych; zna zasady korzystania z niskopoziomowych funkcji systemowych i programowania oraz konfiguracji systemów wbudowanych przeznaczonych m.in. dla mikrokontrolerów	P7U_W	P7S_WG	
S2epm_W11	ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji; ma uporządkowaną wiedzę w zakresie urządzeń wchodzących w skład sieci teleinformatycznych, w tym sieci bezprzewodowych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ

S2epm_W12	zna zagadnienia dotyczące: podstawowych zjawisk optycznych w ciele stałym, oddziaływania światła z ciałem stałym, konstrukcji i technologii struktur przyrządowych, inżynierii przerwy energetycznej jak i struktury energetycznej na poziomie podpasem energetycznych z dokładną kontrolą wbudowanych potencjałów, technologii struktur kwantowych i sposobów kontroli ich właściwości energetycznych; zna parametry, konstrukcje oraz sposoby działania półprzewodnikowych źródeł światła, wliczając w to takie konstrukcje laserów jak VCSEL czy QCL oraz lasery z wielowymiarowymi kryształami fonicznymi	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2epm_W13	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną i szczegółową z zakresu nauk ścisłych i technicznych w obszarach właściwych dla studiowanego kierunku; zna podstawowe zasady redakcji opracowania naukowego, pracy dyplomowej	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2epm_W14	posiada wiedzę w dziedzinie technologii montażu, testowania i oceny jakości montażu podzespołów elektronicznych na płytkach obwodów drukowanych; zna fizykę procesu lutowania, technologie lutowania stosowane na skalę przemysłową; posiadawiedzę związaną z zasadami BHP procesu montażu i demontażu	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
S2epm_W15	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą podstaw fizyko-mechanicznych, technologicznych, konstrukcji, wytwarzania, działania i zastosowań mikrosystemów typu MEMS i MOEMS	P7U_W	P7S_WG	
S2epm_W16	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotowoltaiki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania elementów fotowoltaicznych oraz projektowania i oceny jakości systemów fotowoltaicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
S2epm_U01	potrafi zaplanować proces technologiczny osadzania warstwy cienkiej, w tym z wykorzystaniem procesów zachodzących w wyładowaniach gazowych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ

S2epm_U02	potrafi dobierać i oceniać elementy światłowodowe i optoelektroniczne stosowane przy konstrukcji systemów fotoniki i sieci światłowodowych; zna techniki pomiaru parametrów światłowodów, sprzęgaczy światłowodowych możliwości ich zastosowań w układach światłowodowych		P7S_UW	
S2epm_U03	potrafi zaplanować proces testowania złożonego układu elektronicznego, a także systemu elektronicznego lub fonicznego; potrafi projektować układy i systemy elektroniczne przeznaczone do różnych zastosowań, w tym układy elektroniczne i foniczne, monolityczne i hybrydowe		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U04	potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z równań różniczkowych i całkowych oraz procesów stochastycznych do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych powiązanych ze studiowaną specjalnością	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U05	potrafi w zależności od wymagań oraz dostępnych rozwiązań i parametrów eksploatacyjnych dobrać i zastosować odpowiednie źródło zasilania mikrosystemu		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U06	potrafi zaprojektować wybrane czujniki, aktuatory i mikrosystemy ceramiczne; potrafi opracować założenia dotyczące konstrukcji wybranych przyrządów oraz opracować algorytm technologii wykonania struktury		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U07	potrafi opisać, ocenić i porównać działanie mikrosystemów analitycznych gazowych i cieczowych; zna zasady projektowania, wytwarzania, działania oraz zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U08	potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do przeprowadzenia badań elementów składowych mikrosystemów analitycznych (zaworów, dozowników, mieszaczy, detektorów) oraz zna pracę kompletnych wysoko zaawansowanych mikrosystemów analitycznych (np. zintegrowany chromatograf gazowy)		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U09	potrafi planować, bezpiecznie wykonywać pomiary oraz opracowywać wyniki pomiarów		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U10	potrafi ,przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem mikrosystemów integrować wiedzę pochodzącą z różnych źródeł		P7S_UW	

S2epm_U11	potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników		P7S_UK	
S2epm_U12	potrafi opracować rozwiązanie układowe oraz dobrać zjawisko fizyczne z zakresu optoelektroniki i techniki światłowodowej spełniające postawione zadanie projektowe; potrafi zaplanować proces projektowania; potrafi wykonać schematy elektroniczne urządzenia, zaprojektować płytki drukowane, zaprojektować obudowę i przeanalizować koszt wytworzenia projektowanego urządzenia		P7S_UW P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U13	posiada umiejętność korzystania z niskopoziomowych funkcji systemowych; potrafi programować i konfigurować systemy wbudowane przeznaczone m.in. dla mikrokontrolerów		P7S_UW	
S2epm_U14	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi ocenić czasochłonność zadania; potrafi kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie; potrafi przygotować i przedstawić prezentację na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji; posługuje się językiem angielskim w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, również w sprawach zawodowych, czytania ze zrozumieniem literatury fachowej, a także przygotowania i wygłoszenia krótkiej prezentacji na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UO P7S_UU	
S2epm_U15	zna techniki i stanowiska pomiarowe umożliwiające charakteryzację epitaksjalnych struktur przyrządowych i potrafi je wykorzystać w praktyce; zna i potrafi zastosować optyczne metody spektroskopowe takie jak fotoluminescencja, fotoodbicie czy elektroodbicie do charakteryzacji kwantowych właściwości struktur półprzewodnikowych		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U16	potrafi wdrażać przepisy dyrektyw WEEE oraz RoHS; potrafi rozpoznawać i eliminować wady montażu wymienione w normach IPC		P7S_UW	P7S_UW_INŻ

S2epm_U17	posiada umiejętność ręcznego lutowania przy użyciu lutownic oporowych i gazowych; potrafi prowadzić proces lutowania rozpliwowego; potrafi przeprowadzać ręczny demontaż przy użyciu profesjonalnej stacji serwisowej; potrafi dobierać parametry procesu lutowania do używanych materiałów		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
S2epm_U18	potrafi korzystając z informacji literaturowych oraz na bazie wyników prac własnych, integrując i interpretując oraz dokonując krytycznej oceny przygotować pracę dyplomową i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu studiowanej specjalności	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	
S2epm_U19	potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich (charakterystycznych dla studiowanego kierunku studiów), w tym nietypowych, uwzględniając ich aspekty pozatechniczne		P7S_UW	
S2epm_U20	potrafi rozwiązywać zagadnienia z zakresu: obliczania charakterystyk niezawodności, obliczania parametrów z wykorzystaniem danych pomiarowych, planowania sposobów testowania, planowania metod diagnostyki		P7S_UW	P7S_UW_INŻ
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
S2epm_K01	pracuje samodzielnie i w zespole	P7U_K		
S2epm_K02	cehuje go otwartość na nowe innowacyjne rozwiązania, konstrukcje i procesy wytwórcze stosowane w elektronice i fotonice		P7S_KK	
S2epm_K03	potrafi myśleć i działać w sposób innowacyjny i przedsiębiorczy	P7U_K	P7S_KK	
S2epm_K04	dostrzega konieczność oceny funkcjonalności układów optoelektronicznych w różnych dziedzinach życia i potrafi podjąć skuteczne działania we wdrażaniu takich rozwiązań w praktyce	P7U_K	P7S_KK P7S_KO	
S2epm_K05	prawidłowo identyfikuje, rozwiązuje i wdraża, współdziałając w grupie, wiedzę do analizy zagadnień inżynierskich		P7S_KK P7S_KO P7S_KR	
S2epm_K06	uwzględnia konieczność stosowania metod numerycznych w procesie projektowania struktur fonicznych i mikroelektronicznych		P7S_KK	

S2epm_K07	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji zadania określonego przez siebie i innych; potrafi bezpiecznie wykonywać pomiary oraz potrafi opracowywać wyniki pomiarów	P7U_K		
S2epm_K08	ma świadomość ważności i rozumie konieczność wdrażanie w praktyce odnawialnych źródeł energii	P7U_K	P7S_KK	
S2epm_K09	potrafi zaplanować i opracować plan realizacji projektu, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	P7U_K	P7S_KR	

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

## 1. Opis ogólny

1.1 Liczba semestrów: 3	1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90
1.3 Łączna liczba godzin zajęć: dla studiów w j. polskim – 1080 dla studiów w j. angielskim – 1110	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.
1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów: <b>magister inżynier</b>	1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia: Absolwent potrafi z wykorzystaniem nowoczesnych technologii projektować i stosować elektroniczne układy scalone – analogowe i cyfrowe, lasery, światłowody i ogniwa fotowoltaiczne. Umie projektować i eksploatować sieci telekomunikacyjne i teleinformatyczne, wytwarzać i stosować mikro- i nanosystemy, tj. czujniki i mikroczujniki oraz mikroroboty wykorzystywane w medycynie, przemyśle farmaceutycznym, motoryzacyjnym, lotnictwie oraz ochronie środowiska i ochronie obiektów. Absolwent ma pogłębioną wiedzę umożliwiającą szybkie przystosowanie się do dynamicznie zmieniającej się rzeczywistości inżynierskiej oraz w zakresie nowych materiałów i nowych technologii. Oferowane w ramach kierunku „elektronika i telekomunikacja”, specjalności (EOT, EMS, EPM) dają możliwość uniwersalnego przygotowania absolwentów kierunku i obejmują problematykę elektroniki, fotoniki, informatyki, optoelektroniki i telekomunikacji, co stanowi o ich dużym atucie na współczesnym rynku pracy. Konkretna wiedza praktyczna nabyta dzięki dostępowi do



	<p>nowoczesnego sprzętu komputerowego i sieciowego oraz oprogramowania, znajomość języków obcych pozwalają absolwentom na podejmowanie studiów na III stopniu kształcenia w uczelniach krajowych oraz w uczelniach na terenie Unii Europejskiej. Absolwent posiada zarówno umiejętności podejmowania samodzielnych przedsięwzięć inżynierskich, uczestniczenia w pracy zespołowej, jak i kierowania zespołami ludzkimi.</p>
<p><i>1.7</i> <i>Możliwość kontynuacji studiów</i> <b><i>Absolwent jest przygotowany do podjęcia studiów III stopnia</i></b></p>	<p><i>1.8</i> <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i></p> <p>Zgodnie z misją Uczelni oraz „Strategią Rozwoju Politechniki Wrocławskiej 2016-2020” Politechnika Wroclawska jest uniwersytetem technicznym, który jako autonomiczna uczelnia techniczna, uniwersytecka instytucja badawcza, za swoje posłannictwo uznaje kształtowanie twórczych, krytycznych i tolerancyjnych osobowości studentów i doktorantów oraz wytyczanie kierunków rozwoju nauki i techniki. Uczelnia, w służbie społeczeństwu, realizuje swą misję poprzez: inwencje i innowacje, najwyższe standardy w badaniach naukowych, przekazywanie wiedzy, wysoką jakość kształcenia oraz swobodę krytyki z poszanowaniem prawdy. Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki (WEMiF) jest jedną z jej jednostek, istotnych w realizacji i łączeniu wysokich kompetencji teoretycznych, badawczych i eksperckich z kompetencjami dydaktycznymi i wychowawczymi. Przyjęta na Wydziale koncepcja kształcenia/model kształcenia, wypełnia zapisy dokumentów uczelnianych oraz Strategii Rozwoju Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki (Uchwała nr 128/13/2012-2016) wyrażonej przez Plan Rozwoju Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki oraz przez Cele Strategiczne WEMiF wraz z miernikami stanu ich realizacji. Koncepcja kształcenia na Wydziale uwzględnia określoną przez MNiSW perspektywę rozwoju szkolnictwa wyższego w latach 2015-2030.</p>

## 2. Opis szczegółowy

### 2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów dla specjalności:

**Mikrosystemy W (wiedza) = 37, U (umiejętności) = 44, K (kompetencje) = 23, W + U + K = 104**

**Optoelektronika i technika światłowodowa W (wiedza) = 25, U (umiejętności) = 37, K (kompetencje) = 16 W + U + K = 78**

**Electronics, Photonics, Microsystems W (wiedza) = 29, U (umiejętności) = 37, K (kompetencje) = 21 W + U + K = 87**

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

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

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

**Mikrosystemy – 69 ECTS**

**Optoelektronika i technika światłowodowa – 70 ECTS**

**Electronics, Photonics, Microsystems – 78 ECTS**

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

Kształcąc na studiach o profilu ogólnoakademickim swoją ofertę Wydział kieruje do absolwentów studiów I i II stopnia oraz innych grup zainteresowanych rozwojem i podwyższaniem kwalifikacji, zdobytych poza edukacją formalną. Docelowo studia o tym profilu winny przygotowywać profesjonalną kadrę dla gospodarki i nauki, w tym liderów projektów, grup badawczych i zespołów technicznych. Kształcenie na kierunku Elektronika i Telekomunikacja (EiT) jest współbieżne z ramami strategicznymi na rzecz inteligentnych specjalizacji Dolnego Śląska w obszarze elektroniki i obszarów pokrewnych oraz inteligentnych krajowych specjalizacji (KIS 8, 9, 11 i 13).

Zasoby wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych studentów/absolwentów kierunku EiT są wynikiem przypisania efektów uczenia się na określonym stopniu studiów odnoszących się do realizowanych kursów. Efekty uczenia się, określone dla kursów kierunkowych oraz w zakresie danej specjalności, odniesione są do efektów uczenia się dla obszaru nauk inżynieryjno-technicznych. Winny one zapewnić studentom/absolwentom posiadanie pogłębionej, uporządkowanej i podbudowanej teoretycznie wiedzy, stanowiącej zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika, zawierającej główne trendy rozwojowe dyscypliny oraz wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej, dotyczącej m. in. wybranych faktów, obiektów i zjawisk oraz związanych z nimi metod i teorii, wyjaśniających złożone zależności między nimi. Przyjęte rozwiązanie dotyczące wzrostu kompetencji przy przejściu na wyższy poziom kwalifikacji, z jednoczesnym zapewnieniem „otwartości” studiów II stopnia, daje możliwość przyswajania bardziej zaawansowanej wiedzy i umiejętności (przy określonych kompetencjach społecznych) w węższym zakresie tematycznym. Potencjalni, przyszli pracodawcy w regionie są informowani o poziomie wiedzy, umiejętnościach i kompetencjach społecznych osiągniętych przez studentów/absolwentów poprzez przedstawicieli przemysłu, wchodzących w skład Konwentu Wydziału i mających wpływ na zakres określanych efektów uczenia się.

Zdobytą wiedzę podstawową jak i wiedzę szczegółową dotyczącą dziedziny winna być na tyle szeroka, by student/absolwent kierunku mógł samodzielnie oraz w ramach ustawicznego kształcenia dostosowywać swoje kompetencje do zmieniających się warunków i wyzwań jakie staną przed nim w czasie kilkudziesięcioletniej kariery zawodowej. Takie oczekiwania mają pracodawcy wdrażający nowoczesną organizację pracy i innowacyjne technologie w swoich firmach. Przypisane kursom efekty, osiągnięte podczas procesu kształcenia, zapewnią, zgodnie z oczekiwaniami przyszłych pracodawców posiadanie przez absolwenta wiedzy o trendach rozwojowych oraz

nowych, wdrożonych w ostatnim czasie osiągnięciach nie tylko w obszarze elektroniki i telekomunikacji, optoelektroniki, fotoniki, informatyki, ale też w dziedzinach takich jak m. in. medycyna czy ochrona środowiska.

Zakładanym efektem, osiąganym w procesie kształcenia, dotyczącym wiedzy, jest posiadanie przez absolwenta zaawansowanej wiedzy dotyczącej transferu technologii oraz wiedzy związanej z zarządzaniem (w tym zarządzaniem jakością) oraz prowadzeniem działalności gospodarczej. Efektem kształcenia winna być ponadto wiedza ogólna, uwzględniana w praktyce inżynierskiej, niezbędna do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych oraz innych, pozatechnicznych, uwarunkowań działań inżynierskich. Efekty takie osiągnane są przez realizację kursów ogólnouczelnianych. Taka wiedza umożliwi absolwentowi zrozumieć realia odnoszące się do organizacji procesów produkcyjnych oraz uwarunkowań, w jakich są one prowadzone. Pozwoli mu to ponadto na uwzględnianie tego rodzaju uwarunkowań w pracy indywidualnej oraz pracy zespołowej, jaką w wyniku osiągnięcia efektów jest w stanie odpowiedzialnie podjąć. Tego rodzaju zasobu wiedzy od absolwenta szkoły wyższej oczekuje współczesny rynek pracy. Zawarte w kartach przedmiotów kursów, realizowanych na kierunku, efekty uczenia się zapewniają ponadto osiągnięcie przez absolwenta umiejętności integrowania wiedzy różnych dziedzin i dyscyplin ze stosowaniem podejścia systemowego przy formowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich. Rynek pracy oczekuje, że osiągnięte w procesie kształcenia efekty zapewnią przygotowanie absolwenta do pracy w środowisku przemysłowym ze znajomością przez niego zasad bezpieczeństwa związanych z pracą, a w szczególności z pracą na określonym stanowisku/urzędzeniu. W tym względzie istotne są tu efekty osiągnane przy realizacjach kursów typu laboratoryjnego. Student/absolwent powinien widzieć potrzebę ulepszenia i usprawniania procesu produkcji, czy też istniejących na stanowisku pracy istniejących rozwiązań technicznych. Po osiągnięciu efektów uczenia się powinien on potrafić, uwzględniając aspekty pozatechniczne, zgodnie z zadaną specyfikacją, zaprojektować oraz wykonać (przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi) złożone urządzenie, system lub proces.

Mając zatem na uwadze, że zadaniem zakładanych i osiąganym na kierunku kształcenia efektów uczenia się jest sprostanie, w jak największym stopniu oczekiwaniom przedsiębiorców zatrudniających naszych absolwentów, istotnym elementem oceny jakości procesu kształcenia są prowadzone w czasie każdego semestru hospitacje oraz ankiety wydziałowe skierowane do studentów oraz absolwentów. Weryfikacja zgodności zakładanych efektów uczenia się z oczekiwaniami i potrzebami rynku następuje również podczas licznych kontaktów naszych absolwentów z pracownikami Wydziału.

**2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK<sup>1</sup>) dla specjalności:**

**Mikrosystemy – 59,7 ECTS**

**Optoelektronika i technika światłowodowa – 60,1 ECTS**

**Electronics, Photonics, Microsystems – 59,7 ECTS**

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

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	6
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	6

**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	12
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	dla studiów w j. polskim – 45 dla studiów w j. angielskim – 42
Łączna liczba punktów ECTS	dla studiów w j. polskim – 57 dla studiów w j. angielskim – 54

**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) dla:**

**studiów w j. polskim – 65 punktów ECTS**

**studiów w j. angielskim – 62 punkty ECTS**

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

Studenci kierunku uzyskują/osiągają zakładane efekty uczenia się przede wszystkim podczas zajęć zorganizowanych przez uczelnię w ramach prowadzonego procesu kształcenia. Efekty uczenia się przypisane do kategorii „wiedza”, w tym treści kształcenia z nimi związane, przekazywane są podczas wykładów oraz zajęć audytoryjno-seminaryjnych. Efekty obejmujące umiejętności, kompetencje społeczne oraz inżynierskie osiągane są na zajęciach o charakterze praktycznym, przy bezpośrednim kontakcie z nauczycielami akademickimi, prowadzonych w formie ćwiczeń, laboratoriów bądź zajęć projektowych.

Realizowana przez studentów praca dyplomowa, obejmująca złożone problemy inżynierskie oraz zagadnienia pomiarowo-badawcze, umożliwia studentowi utrwalenie uzyskanych efektów uczenia się. W procesie kształcenia studenci realizują zajęcia w nowoczesnych laboratoriach technologiczno-badawczych Wydziału. Zajęcia te powiązane są z prowadzonymi na Wydziale projektami badawczymi, dotyczącymi nowych i aktualnych obszarów badawczych, dzięki czemu studenci zdobywają doświadczenie badawcze i mają możliwość współuczestniczenia w badaniach naukowych.

Studenci mają możliwość korzystania z dodatkowych, nieobowiązkowych form kształcenia, które sprzyjają osiągnięciu efektów uczenia się poprzez uczestnictwo w konsultacjach merytorycznych, konsultacjach laboratoryjnych, kursach wyrównawczych oraz dodatkowych zajęciach

współorganizowanych przez Wydział z branżowymi firmami zewnętrznymi (np. w ramach programu LabVIEW Academy bądź IQRF Smart School).

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

## 4. Lista bloków zajęć:

### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1a Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie dla studiów w j. polskim (2 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	FLH121521W	Filozofia nauki i techniki	1					K2eit_K09 K2eit_K10 K2eit_K12	15	60	2	1,2	T	Z	O		KO	Ob
Razem			1	0	0	0	0		15	60	2	1,2						

##### 4.1.1.1b Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie dla studiów w j. angielskim (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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	FLD129580W	Philosophy of Science and Technology	1					K2eit_K09 K2eit_K10 K2eit_K12	15	60	2	1,2	T	Z	O		KO	Ob
2.	ZMZ000134W	Contemporary Management	2					K2eit_W10 K2eit_W11 K2eit_W12 K2eit_U10 K2eit_K05 K2eit_K08 K2eit_K11	30	90	3	1,8	T	Z	O		KO	Ob
Razem			3	0	0	0	0		45	150	5	3						

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.1.1.2 Blok Języki obce (0 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
		Razem																

#### 4.1.1.3 Blok Zajęcia sportowe (0 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
		Razem																

#### 4.1.1.4 Technologie informacyjne (0 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
		Razem																

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego dla studiów w j. polskim

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
1	0	0	0	0	15	60	2	

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

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

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

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

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

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

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

### Razem dla bloków kształcenia ogólnego dla studiów w j. angielskim

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

## 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 4.1.2.1a Blok *Matematyka* dla studiów w j. polskim (4 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	MAT001437W	Matematyka	2					K2eit_W06	30	60	2	1,2	T	E	O		PD	Ob
2.	MAT001437C	Matematyka		2				K2eit_U06 K2eit_K02	30	60	2	1,4	T	Z	O	P	PD	Ob
Razem			2	2	0	0	0		60	120	4	2,6						

### 4.1.2.1b Blok *Matematyka* dla studiów w j. angielskim (4 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	MAT001449W	Mathematics	2					K2eit_W06	30	60	2	1,2	T	E	O		PD	Ob
2.	MAT001449C	Mathematics		2				K2eit_U06 K2eit_K02	30	60	2	1,4	T	Z	O	P	PD	Ob
Razem			2	2	0	0	0		60	120	4	2,6						

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

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

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

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

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

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

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



#### 4.1.2.2a Blok *Fizyka* dla studiów w j. polskim (2 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008078W	Elektronika ciała stałego	2					K2eit_W02 K2eit_U02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob
		Razem	2	0	0	0	0		30	60	2	1,2						

#### 4.1.2.2b Blok *Fizyka* dla studiów w j. angielskim (2 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008084W	Solid State Electronics	2					K2eit_W02 K2eit_U02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob.
		Razem	2	0	0	0	0		30	60	2	1,2						

#### 4.1.2.3 Blok *Chemia* (0 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
		Razem																

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.1.2.4 Blok Informatyka (0 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>					
Razem																							

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

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
4	2	0	0	0	90	180	6	3,8

### 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

#### 4.1.3.1a Blok Przedmioty obowiązkowe kierunkowe dla studiów w j. polskim

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 BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008075W	Metody statystyczne w EMF	1					K2eit_W05	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
2.	ETD008075C	Metody statystyczne w EMF		1				K2eit_U05 K2eit_K02	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
3.	ETD008076W	Metody numeryczne	1					K2eit_W04 K2eit_K07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
4.	ETD008076L	Metody numeryczne			1			K2eit_U04 K2eit_K04 K2eit_K07	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
5.	ETD008077W	Metody optymalizacji	1					K2eit_W03	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob

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

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

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

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

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

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

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

6.	ETD008077C	Metody optymalizacji		1					K2eit_U03 K2eit_U11 K2eit_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
7.	ETD008079W	Nanotechnologia	1						K2eit_W01 K2eit_W09	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
8.	ETD008079S	Nanotechnologia					2		K2eit_U01 K2eit_U15 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
9.	ETD008086W	Czujniki i aktuatory	1						K2eit_W08 K2eit_W13 K2eit_U08	15	60	2	1,2	T	Z			K	Ob
10.	ETD009077W	Diagnostyka i niezawodność	1						K2eit_W07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
11.	ETD009077P	Diagnostyka i niezawodność				1			K2eit_U07 K2eit_K06	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
Razem			6	2	1	1	2			180	510	17	11,2						

#### 4.1.3.1b Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe dla studiów w j. angielskim*

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 BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008081W	Statistics for EPM	1					K2eit_W05	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
2.	ETD008081C	Statistics for EPM		1				K2eit_U05 K2eit_K02	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
3.	ETD008082W	Numerical Methods	1					K2eit_W04 K2eit_K07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
4.	ETD008082L	Numerical Methods			1			K2eit_U04 K2eit_K04 K2eit_K07	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
5.	ETD008083W	Optimization Methods	1					K2eit_W03	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
6.	ETD008083C	Optimization Methods		1				K2eit_U03 K2eit_U11 K2eit_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
7.	ETD008085W	Nanotechnology	1					K2eit_W01 K2eit_W09	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
8.	ETD008085S	Nanotechnology					2	K2eit_U01 K2eit_U15 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob

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

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

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

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

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

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

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

9.	ETD009588W	Sensors and Actuators	1						K2eit_W08 K2eit_W13 K2eit_U08	15	60	2	1,2	T	Z			K	Ob
10.	ETD009079W	Diagnostics and Reliability	1						K2eit_W07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
11.	ETD009079P	Diagnostics and Reliability				1			K2eit_U07 K2eit_K06	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
Razem			6	2	1	1	2			180	510	17	11,2						

### Razem (dla bloków kierunkowych dla studiów w j. polskim):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
6	2	1	1	2	180	510	17	11,2

### Razem (dla bloków kierunkowych dla studiów w j. angielskim):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
6	2	1	1	2	180	510	17	11,2

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie dla studiów w j. polskim (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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>	
	MCM023001BK	Zarządzanie i logistyka																	

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

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

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

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

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

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

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

1.	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2						K2eit_W10 K2eit_W11 K2eit_W12 K2eit_U10 K2eit_K05 K2eit_K08 K2eit_K11	30	90	3	1,8	T	Z			KO	W
2.	MCM023002W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2						K2eit_W10 K2eit_W11 K2eit_W12 K2eit_U10 K2eit_K05 K2eit_K08 K2eit_K11	30	90	3	1,8	T	Z			KO	W
Razem			2	0	0	0	0			30	90	3	1,8						

#### 4.2.1.2a Blok Języki obce dla studiów w j. polskim (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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	JZL100709BK	Język obcy B2+		1				K2eit_U17	15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
2.	JZL100710BK	Język obcy A1/A2		3				K2eit_U17	45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
Razem			0	4	0	0	0		60	90	3	2,1						

#### 4.2.1.2b Blok Języki obce dla studiów w j. angielskim (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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	JZL100709BK	Foreign Language 2B+		1				K2eit_U17	15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
2.	JZL100710BK	Foreign Language A1/A2		3				K2eit_U17	45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
Razem			0	4	0	0	0		60	90	3	2,1						

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.2.1.3 Blok Zajęcia sportowe (0 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
Razem																		

#### 4.2.1.4 Technologie informacyjne (0 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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
Razem																		

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego dla studiów w j. polskim:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
2	4	0	0	0	90	180	6	3,9

#### Razem dla bloków kształcenia ogólnego dla studiów w j. angielskim:

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

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

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

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

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

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

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

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

## 4.2.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 4.2.2.1 Blok *Matematyka* (0 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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
Razem																		

### 4.2.2.2 Blok *Fizyka* (0 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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
Razem																		

### 4.2.2.3 Blok *Chemia* (0 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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
Razem																		

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

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

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

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

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

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

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

### Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				

## 4.2.3 Lista bloków kierunkowych

### 4.2.3.1 Blok *Przedmioty wybieralne kierunkowe (0 pkt ECTS)*:

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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>	
		Razem																	

### Razem dla bloków kierunkowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>3</sup>
w	ć	l	p	s				

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

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

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

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

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

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

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



## 4.2.4 Lista bloków specjalnościowych

### 4.2.4.1 Blok Przedmioty specjalnościowe (Mikrosystem) (59 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 BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008270W	Programowalne układy logiczne	1					S2ems_W04	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
2.	ETD008270P	Programowalne układy logiczne				1		S2ems_U04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
3.	ETD008271W	Modelowanie mikrosystemów	1					S2ems_W02 S2ems_W05 S2ems_W07 S2ems_W08 S2ems_W10	15	30	1	0,6	T	E			S	W
4.	ETD008271L	Modelowanie mikrosystemów			2			S2ems_U02 S2ems_U07 S2ems_U08 S2ems_U10 S2ems_K02 S2ems_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
5.	ETD008274W	Autonomiczne systemy zasilające	2					K2eit_W11 S2ems_W11 S2ems_U11	30	60	2	1,2	T	Z			S	W
6.	ETD008276W	Techniki próżniowe i plazmowe	2					S2ems_W01	30	30	1	0,6	T	E			S	W
7.	ETD009280W	Metody diagnostyczne	3					S2ems_W15 S2ems_W09 S2ems_W19	45	90	3	1,8	T	Z			S	W
8.	ETD009280C	Metody diagnostyczne		2				S2ems_U18 S2ems_U19 S2ems_K09	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W
9.	ETD009281W	Mikrosystemy analityczne	1					S2ems_W14	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
10.	ETD9009281L	Mikrosystemy analityczne			1			S2ems_U15 S2ems_U16 S2ems_K01 S2ems_K09	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
11.	ETD009282W	Mikrosystemy ceramiczne	2					S2ems_W13	30	60	2	1,2	T	E			S	W
12.	ETD009282P	Mikrosystemy ceramiczne				1		S2ems_U13 S2ems_U14 S2ems_U20 S2ems_K08	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W

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

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

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

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

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

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

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

13.	ETD009290W	Sensory	3				S2ems_W16 S2ems_W18 S2ems_W20	45	60	2	1,2	T	E			S	W
14.	ETD009290L	Sensory			2		S2ems_U05 S2ems_U06 S2ems_U20 S2ems_U23 S2ems_K08	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
15.	ETD009291W	Systemy operacyjne	1				S2ems_W17	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
16.	ETD009291L	Systemy operacyjne			1		S2ems_U21 S2ems_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
17.	ETD009292W	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych	1				S2ems_W03	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
18.	ETD009292P	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych				2	S2ems_U03 S2ems_U22 S2ems_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
19.	ETD009283S	Postępy elektroniki i mikrosystemów				2	K2eit_W01- K2eit_W12, S2ems_W06 S2ems_W12 K2eit_U01- K2eit_U16, S2ems_U01 S2ems_U12 S2ems_U26 S2ems_K04 S2ems_K10 S2ems_K11	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
20.	ETD009293W	Elektronika polimerowa i molekularna	2				S2ems_W22 S2ems_U25	30	60	2	1,2	T	Z			S	W
21.	ETD009286S	Seminarium dyplomowe				2	K2eit_W01- K2eit_W12, S2ems_W01- S2ems_W24 K2eit_U01- K2eit_U16, S2ems_U01- S2ems_U27 S2ems_K01 S2ems_K03 S2ems_K06	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W

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

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

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

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

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

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

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

22.	ETD009287D	Praca dyplomowa magisterska					12	K2eit_W01- K2eit_W12 K2eit_U01- K2eit_U16 K2eit_K01- K2eit_K12 S2ems_W21 S2ems_W23 S2ems_U24 S2ems_K01 S2ems_K05 S2ems_K07	180	600	20	14	T	Z		P	S	W
Razem			19	2	6	16	4		705	1770	59	39,6						

#### 4.2.4.2 Blok Przedmioty specjalnościowe (Optoelektronika i technika światłowodowa) (59 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 BK <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty-cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008366W	Światłowodowy	2					S2eot_W03	30	60	2	1,2	T	E			S	W
2.	ETD008366L	Światłowodowy			2			S2eot_U09 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
3.	ETD008367W	Fotowoltaika	2					S2eot_W12	30	60	2	1,2	T	E			S	W
4.	ETD008367L	Fotowoltaika			2			S2eot_U03 S2eot_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
5.	ETD008370W	Elementy i układy optoelektroniczne I	2					S2eot_W01 S2eot_W04	30	30	1	0,6	T	Z			S	W
6.	ETD009387W	Metody symulacji komputerowej w fotonice	1					S2eot_W10	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
7.	ETD009387L	Metody symulacji komputerowej w fotonice			1			S2eot_U06 S2eot_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
8.	ETD009393W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					S2eot_W07 S2eot_W09 S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	W

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

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

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

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

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

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

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

9.	ETD009393P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1	S2eot_U07 S2eot_U10 S2eot_U11 S2eot_U13 S2eot_U17 S2eot_U19 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
10.	ETD009381L	Elementy i układy optoelektroniczne II			1		S2eot_U03 S2eot_U08 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z			S	W
11.	ETD009381P	Elementy i układy optoelektroniczne II			2		S2eot_U03 S2eot_U08 S2eot_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
12.	ETD009392W	Czujniki światłowodowe	2				S2eot_W07	30	30	1	0,6	T	E			S	W
13.	ETD009392L	Czujniki światłowodowe			2		S2eot_U19 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
14.	ETD009383W	MOEMS-y	1				S2eot_W06	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
15.	ETD009383L	MOEMS-y			1		S2eot_U03 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
16.	ETD009384W	Technika laserowa	1				S2eot_W05	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
17.	ETD009384L	Technika laserowa			1		S2eot_U03	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
18.	ETD009385W	Telekomunikacja światłowodowa	1				S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
19.	ETD009385L	Telekomunikacja światłowodowa			1		S2eot_U03 S2eot_U12	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	W
20.	ETD009386W	Miernictwo optoelektroniczne	1				S2eot_W07 S2eot_W08	15	30	1	0,6	T	E			S	W
21.	ETD009386L	Miernictwo optoelektroniczne			1		S2eot_U09 S2eot_U15 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
22.	ETD009391S	Postępy elektroniki i fotoniki				2	K2eit_W01- K2eit_W12, S2eot_W01- S2eot_W11 K2eit_U01- K2eit_U16, S2eot_U18 S2eot_U01 S2eot_U04, S2eot_U05 S2eot_K01 S2eot_K02 S2eot_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W

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

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

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

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

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

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

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

23.	ETD009394W	Sieci światłowodowe	1					S2eot_W02	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
24.	ETD009394P	Sieci światłowodowe				1		S2eot_U02 S2eot_U16 S2eot_U20 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	W
25.	ETD009389S	Seminarium dyplomowe					2	K2eit_W01- K2eit_W12 S2eot_W01- S2eot_W11 K2eit_U01- K2eit_U16 S2eot_U01- S2eot_U19 S2eot_K01- S2eot_K04	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W
26.	ETD009390D	Praca dyplomowa magisterska					12	K2eit_W01- K2eit_W12 S2eot_W01- S2eot_W11 K2eit_U01- K2eit_U16 S2eot_U01- S2eot_U19 K2eit_K01- K2eit_K12 S2eot_K01, S2eot_K04	180	600	20	14	T	Z		P	S	W
Razem			15	0	12	16	4		705	1770	59	40						

#### 4.2.4.3 Blok Przedmioty specjalnościowe (Electronics, Photonics, Microsystems) (59 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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD009589W	MOEMS	1					S2epm_W06 S2epm_W15	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
2.	ETD009589L	MOEMS			1			S2epm_U11 S2epm_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W

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

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

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

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

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

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

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

3.	ETD008564W	Optical Fibers	2				S2epm_W02 S2epm_W03	30	60	2	1,2	T	E			S	W
4.	ETD008564L	Optical Fibers			2		S2epm_U02 S2epm_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
5.	ETD008568W	Vacuum and Plasma Techniques	2				S2epm_W01	30	30	1	0,6	T	Z			S	W
6.	ETD008566W	Autonomous Power Supplying Systems	2				K2eit_W11 S2epm_W04 S2epm_U05 S2epm_K08	30	60	2	1,2	T	Z			S	W
7.	ETD009584W	Advanced Optoelectronics	1				S2epm_W12 S2epm_W08	15	30	1	0,6	T	E	O		S	W
8.	ETD009584L	Advanced Optoelectronics			1		S2epm_U03 S2epm_U15 S2epm_K04	15	30	1	0,7	T	Z			S	W
9.	ETD009584P	Advanced Optoelectronics				2	S2epm_U03 S2epm_U15 S2epm_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
10.	ETD009571W	Optical-Fiber Networks	1				S2epm_W02 S2epm_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
11.	ETD009571P	Optical-Fiber Networks				1	S2epm_U02 S2epm_K09	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	W
12.	ETD009572W	Operating Systems	1				S2epm_W10	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
13.	ETD009572L	Operating Systems				1	S2epm_U13 S2epm_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
14.	ETD009583W	Design and Construction of Optoelectronics Circuits	1				S2epm_W09	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
15.	ETD009583P	Design and Construction of Optoelectronics Circuits				1	S2epm_U02 S2epm_U12 S2epm_K09	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
16.	ETD009574W	Photovoltaics	2				S2epm_W16	30	60	2	1,2	T	Z			S	W
17.	ETD009574L	Photovoltaics				2	S2epm_U11 S2epm_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
18.	ETD009575W	Microsystem Modeling	1				S2epm_W07	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
19.	ETD009575L	Microsystem Modeling				2	S2epm_U04 S2epm_U10 S2epm_K06 S2epm_K09	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
20.	ETD009576W	Analytical Microsystems	1				S2epm_W06	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
21.	ETD009576L	Analytical Microsystems				1	S2epm_U07 S2epm_U08 S2epm_U09 S2epm_K01	15	60	2	1,4	T	Z			S	W

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

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

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

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

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

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

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

22.	ETD009582W	Ceramic Microsystems	2				S2epm_W05 S2epm_U06	30	60	2	1,2	T	E			S	W
23.	ETD009582P	Ceramic Microsystems			1		S2epm_U06 S2epm_K02	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	W
24.	ETD009585W	Packaging of EPM	1				S2epm_W14	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
25.	ETD009585L	Packaging of EPM			2		S2epm_U16 S2epm_U17 S2epm_K07	30	30	1	0,7	T	Z		P	S	W
26.	ETD009586S	Diploma Seminar				2	K2eit_W01- K2eit_W12, S2epm_W01- S2epm_W14 K2eit_U01- K2eit_U16, S2epm_U01- S2epm_U19 S2epm_K01 S2epm_K03 S2epm_K05	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
27.	ETD009581D	MSc Thesis Work				12	K2eit_W01- K2eit_W12, S2epm_W01- S2epm_W14 K2eit_U01- K2eit_U16, S2epm_U01- S2epm_U20 K2eit_K01- K2eit_K12, S2epm_K01- S2epm_K09	180	600	20	14	T	Z		P	S	W
Razem			18	0	12	17	2		735	1770	59	39,6					

**Razem dla bloków specjalnościowych (Mikrosystemy):**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
19	2	6	16	4	705	1770	59	39,6

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

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

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

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

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

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

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

**Razem dla bloków specjalnościowych (Optoelektronika i technika światłowodowa):**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
15	0	12	16	4	705	1770	59	40

**Razem dla bloków specjalnościowych (Electronics, Photonics, Microsystems):**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
18	0	12	17	2	735	1770	59	39,6

**4.3 Blok praktyk**

Nazwa praktyki		Praktyka zawodowa	
Liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>	Tryb zaliczenia praktyki	Kod
Czas trwania praktyki		Cel praktyki	

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

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

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

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

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

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

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



#### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

Typ pracy dyplomowej	magisterska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	20	EMS: ETD009287D EOT: ETD009390D EPM: ETD009581D
<b>Charakter pracy dyplomowej</b>		
Praca dyplomowa magisterska ma charakter użyteczny. Jej przedmiotem jest w szczególności rozwiązanie zadania o charakterze: <ul style="list-style-type: none"> <li>- analitycznym (Analiza np. numeryczna, właściwości)</li> <li>- technologicznym (Technologia epitaksjalnego wzrostu)</li> <li>- projektowym (Projekt czujnika)</li> <li>- konstrukcyjnym (Stanowisko do wygrzewania metodą RTA)</li> <li>- użytkowym (Ocena użyteczności)</li> <li>- aplikacyjnym (Zastosowanie heterostruktury w konstrukcji)</li> <li>- badawczym (Badanie charakterystyka)</li> <li>- przeglądowym (Stan wiedzy dot. mechanizmów wzrostu)</li> </ul>		
<b>Liczba punktów ECTS BK<sup>1</sup></b>	<b>14</b>	

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

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

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

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

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

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

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

## 5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	egzamin, kolokwium, kartkówka, odpowiedź ustna, obecność, sprawdzian, test, zaliczenie pisemne
ćwiczenia	kolokwium, kartkówka, odpowiedź ustna, udział w dyskusjach problemowych, sprawdzian, raport, aktywność
laboratorium	kartkówka, odpowiedź ustna, udział w dyskusjach problemowych, sprawozdanie, wejściówka, aktywność, średnia ocen z lab., raport, referat
projekt	kolokwium, kartkówka, odpowiedź ustna, udział w dyskusjach problemowych, sprawozdanie, wejściówka, aktywność, ocena przygotowania projektu, raport, obrona projektu, frekwencja, prezentacja
seminarium	odpowiedź ustna, dyskusja, aktywność, prezentacja, opracowanie zagadnień
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

## 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 zatwierdzane przez Komisję Programową) i publikowana na stronie internetowej Wydziału. Listy zagadnień obejmują zagadnienia dotyczące treści kształcenia kursów kierunkowych oraz kursów specjalnościowych.

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

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

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

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

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

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

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

**7. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach**

<i>Lp.</i>	<i>Kod kursu/grupy kursów</i>	<i>Nazwa kursu/grupy kursów</i>	<i>Termin zaliczenia do... (numer semestru)</i>

**8. Plan studiów (*Mikrosystemy* – załącznik nr 3a; *Optoelektronika i technika światłowodowa* – załącznik nr 3b; *Electronics, Photonics, Microsystems* – załącznik nr 3c)**

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

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

.....  
 Data                      Podpis Dziekana

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

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

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

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

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

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

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

## PLAN STUDIÓW

**WYDZIAŁ:** Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki

**KIERUNEK STUDIÓW:** Elektronika i telekomunikacja

**POZIOM KSZTAŁCENIA:** studia drugiego stopnia

**FORMA STUDIÓW:** stacjonarna

**PROFIL:** ogólnoakademicki

**SPECJALNOŚĆ:** Mikrosystemy

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:** polski

Uchwała Senatu PWr nr 753/32/2016-2020 z dnia 16 maja 2019 r.

Obowiązuje od 1.10.2019 r.

# Struktura planu studiów w układzie godzinowo-punktowym

studia: <b>II stopnia</b>																				
STACJONARNE																				
kierunek: <b>Elektronika i telekomunikacja,</b>																				
specjalność: <b>Mikrosystemy</b>																				
sem. 1					sem. 2					sem. 3										
W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	W	C	L	P	S						
										kursy obowiązkowe										
										kursy wybieralne										
Autonomiczne systemy zasilające										kursy wybieralne - specjalnościowe										
2																				
EID008276 2																				
Techniki próżniowe i plazmowe E																				
1																				
EID008276 2																				
Modelowanie mikrosystemów E																				
1 2																				
EID008271 1 2																				
Programowalne układy logiczne					Mikrosystemy ceramiczne E															
1 2					2 2															
EID008270 1 1					EID009282 2 1															
Czujniki i aktuatory					Mikrosystemy analityczne															
2					1 2															
EID008086 1					EID009281 1 1															
Nanotechnologia					Metody diagnostyczne															
1 2					3 3															
EID008079 1 2					EID009280 3 2															
Metody optymalizacji					Sensory E															
1 2					2 2															
EID008077 1 1					EID9290 3 2															
Metody numeryczne					Systemy operacyjne					Postępy elektroniki i mikrosystemów										
1 2					1 2					2										
EID008076 1 1					EID009291 1 1					EID009283 2										
Metody statystyczne w EMF					Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych					Elektronika polimerowa i molekularna										
1 2					1 2					2										
EID008075 1 1					EID009292 1 2					EID009293 2										
Elektronika ciała stałego					Diagnostyka i niezawodność					Seminarium dyplomowe										
2					1 2					3										
EID008078 2					EID009077 1 1					EID009286 2										
Matematyka E					Filozofia nauki i techniki					Praca dyplomowa magisterska										
2 2					2					20										
MAT001437 2 2					FLH121521W 1					EID009287D 2										
Język obcy B2+					Język obcy A1/A2					Blok: Zarządzanie										
1					2					3										
JZL100709BK 1					JZL100710BK 3					MCM023001BK 2										
W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	W	C	L	P	S						
sem. 1					sem. 2					sem. 3										
30	ECTS	15	7	4	2	2	30	ECTS	13	5	8	4	0	30	ECTS	5	0	0	20	5
26	l. godz.	15	5	3	1	2	26	l. godz.	13	5	5	3	0	10	l. godz.	4	0	0	2	4
razem		W	C	L	P	S	ECTS		90											
		32	10	8	6	6														
		62																		

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

### Semestr 1

#### Kursy/grupy kursów obowiązkowe      liczba punktów ECTS 20

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	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty-cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	MAT001437W	Matematyka	2					K2eit_W06	30	60	2	1,2	T	E	O		PD	Ob
2.	MAT001437C	Matematyka		2				K2eit_U06 K2eit_K02	30	60	2	1,4	T	Z	O	P	PD	Ob
3.	ETD008075W	Metody statystyczne w EMF	1					K2eit_W05	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
4.	ETD008075C	Metody statystyczne w EMF		1				K2eit_U05 K2eit_K02	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
5.	ETD008076W	Metody numeryczne	1					K2eit_W04 K2eit_K07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
6.	ETD008076L	Metody numeryczne			1			K2eit_U04 K2eit_K04 K2eit_K07	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
7.	ETD008077W	Metody optymalizacji	1					K2eit_W03	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
8.	ETD008077C	Metody optymalizacji		1				K2eit_U03 K2eit_U11 K2eit_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
9.	ETD008078W	Elektronika ciała stałego	2					K2eit_W02 K2eit_U02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob
10.	ETD008079W	Nanotechnologia	1					K2eit_W01 K2eit_W09	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
11.	ETD008079S	Nanotechnologia					2	K2eit_U01 K2eit_U15 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
12.	ETD008086W	Czujniki i akulatory	1					K2eit_W08 K2eit_W13 K2eit_U08	15	60	2	1,2	T	Z			K	Ob
Razem			9	4	1	0	2		240	600	20	13						

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

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

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

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

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

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

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

### Kursy/grupy kursów wybieralne (150 godzin w semestrze, 10 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 BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008270W	Programowalne układy logiczne	1					S2ems_W04	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
2.	ETD008270P	Programowalne układy logiczne				1		S2ems_U04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
3.	ETD008271W	Modelowanie mikrosystemów	1					S2ems_W02 S2ems_W05 S2ems_W07 S2ems_W08 S2ems_W10	15	30	1	0,6	T	E			S	W
4.	ETD008271L	Modelowanie mikrosystemów				2		S2ems_U02 S2ems_U07 S2ems_U08 S2ems_U10 S2ems_K02 S2ems_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
5.	ETD008274W	Autonomiczne systemy zasilające	2					K2eit_W11 S2ems_W11 S2ems_U11	30	60	2	1,2	T	Z			S	W
6.	ETD008276W	Techniki próżniowe i plazmowe	2					S2ems_W01	30	30	1	0,6	T	E			S	W
7.	JZL100709BK	Język obcy B2+		1				K2eit_U17	15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
Razem			6	1	2	1	0		150	300	10	6,5						

### Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
15	5	3	1	2	390	900	30	19,5

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

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

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

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

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

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

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

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 5

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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	FLH121521W	Filozofia nauki i techniki	1					K2eit_K09 K2eit_K10 K2eit_K12	15	60	2	1,2	T	Z	O		KO	Ob
2.	ETD009077W	Diagnostyka i niezawodność	1					K2eit_W07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
3.	ETD009077P	Diagnostyka i niezawodność				1		K2eit_U07 K2eit_K06	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
Razem			2	0	0	1	0		45	150	5	3,2						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (345 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD009280W	Metody diagnostyczne	3					S2ems_W15 S2ems_W09 S2ems_W19	45	90	3	1,8	T	Z			S	W
2.	ETD009280C	Metody diagnostyczne		2				S2ems_U18 S2ems_U19 S2ems_K09	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W
3.	ETD009281W	Mikrosystemy analityczne	1					S2ems_W14	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
4.	ETD9009281L	Mikrosystemy analityczne			1			S2ems_U15 S2ems_U16 S2ems_K01 S2ems_K09	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
5.	ETD009282W	Mikrosystemy ceramiczne	2					S2ems_W13	30	60	2	1,2	T	E			S	W
6.	ETD009282P	Mikrosystemy ceramiczne				1		S2ems_U13 S2ems_U14 S2ems_U20 S2ems_K08	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W

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

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

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

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

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

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

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



7.	ETD009290W	Sensory	3					S2ems_W16 S2ems_W18 S2ems_W20	45	60	2	1,2	T	E			S	W
8.	ETD009290L	Sensory			2			S2ems_U05 S2ems_U06 S2ems_U20 S2ems_U23 S2ems_K08	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
9.	ETD009291W	Systemy operacyjne	1					S2ems_W17	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
10.	ETD009291L	Systemy operacyjne			1			S2ems_U21 S2ems_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
11.	ETD009292W	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych	1					S2ems_W03	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
12.	ETD009292P	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych				2		S2ems_U03 S2ems_U22 S2ems_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
13.	JZL100710BK	Język obcy A1/A2		3				K2eit_U17	45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
Razem			11	5	4	3	0		345	750	25	16,5						

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
13	5	4	4	0	390	900	30	19,7

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

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

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

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

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

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

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

## Semestr 3

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 0

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 BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
Razem																		

### Kursy/grupy kursów wybieralne (300 godzin w semestrze, 30 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 BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD009283S	Postępy elektroniki i mikrosystemów					2	K2eit_W01- K2eit_W12, S2ems_W06 S2ems_W12 K2eit_U01- K2eit_U16, S2ems_U01 S2ems_U12 S2ems_U26 S2ems_K04 S2ems_K10 S2ems_K11	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
2.	ETD009293W	Elektronika polimerowa i molekularna	2					S2ems_W22 S2ems_U25	30	60	2	1,2	T	Z			S	W

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

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

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

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

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

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

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

3.	ETD009286S	Seminarium dyplomowe					2	K2eit_W01- K2eit_W12, S2ems_W01- S2ems_W24 K2eit_U01- K2eit_U16, S2ems_U01- S2ems_U27 S2ems_K01 S2ems_K03 S2ems_K06	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W	
4.	ETD009287D	Praca dyplomowa magisterska					12	K2eit_W01- K2eit_W12 K2eit_U01- K2eit_U16 K2eit_K01- K2eit_K12 S2ems_W21 S2ems_W23 S2ems_U24 S2ems_K01 S2ems_K05 S2ems_K07	180	600	20	14	T	Z		P	S	W	
<b>MCM023001BK Zarządzanie</b>			<b>2</b>						<b>30</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>1,8</b>							
5.	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2					K2eit_W10 K2eit_W11 K2eit_W12 K2eit_U10 K2eit_K05 K2eit_K08 K2eit_K11	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
6.	MCM023003W	Zarządzanie przedsięwzięciem	2					K2eit_W10 K2eit_W11 K2eit_W12 K2eit_U10 K2eit_K05 K2eit_K08 K2eit_K11	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
Razem			4	0	0	12	4		300	900	30	20,5							

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

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

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

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

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

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

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

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
4	0	0	12	4	300	900	30	20,5

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

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

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

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

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

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

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

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
MAT001437W ETD008271W ETD008275W	1. Matematyka 2. Modelowanie mikrosystemów 3. Techniki próżniowe i plazmowe	1
ETD009392W ETD009386W	1. Mikrosystemy ceramiczne 2. Sensory	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

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

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

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

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

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

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

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

## PLAN STUDIÓW

**WYDZIAŁ:** Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki

**KIERUNEK STUDIÓW:** Elektronika i telekomunikacja

**POZIOM KSZTAŁCENIA:** studia drugiego stopnia

**FORMA STUDIÓW:** stacjonarna

**PROFIL:** ogólnoakademicki

**SPECJALNOŚĆ:** Optoelektronika i technika światłowodowa

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:** polski

Uchwała Senatu PWr nr 753/32/2016-2020 z dnia 16 maja 2019 r.

Obowiązuje od 1.10.2019 r.

# Struktura planu studiów w układzie godzinowo-punktowym

studia: II stopnia																								
STACJONARNE																								
kierunek: Elektronika i telekomunikacja,																								
specjalność: Optoelektronika i technika światłowodowa																								
sem. 1					sem. 2					sem. 3														
W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	W	C	L	P	S										
										kursy obowiązkowe														
										kursy wybieralne														
										kursy wybieralne - specjalnościowe														
Elementy i układy elektroniczne					Miernictwo optoelektroniczne E																			
1					1 2																			
EID008370 2					EID009386 1 1																			
Fotowoltaika					Telekomunikacja światłowodowa																			
2 2					1 1																			
EID08367 2 2					EID009385 1 1																			
Światłowody E					Technika laserowa																			
2 2					1 2																			
EID008366 2 2					EID009384 1 1																			
Czujniki i akulatory					MOEMSy																			
2					1 2																			
EID008086 1					EID009383 1 1																			
Nanotechnologia					Czujniki światłowodowe E																			
1 2					1 2																			
EID008079 1 2					EID009392 1 2																			
Metody optymalizacji					Elementy i układy optoelektroniczne II																			
1 2					1 2																			
EID008077 1 1					EID009381 1 2																			
Metody numeryczne					Projektowanie urządzeń optoelektronicznych					Sieci światłowodowe														
1 2					1 2					1 1														
EID008076 1 1					EID009393 1 1					EID009394 1 1														
Metody statystyczne w EMF					Metody symulacji komputerowej w fotonice					Postępy elektroniki i fotoniki														
1 2					1 2					2														
EID008075 1 1					EID009387 1 1					EID009391 2														
Elektronika ciała stałego					Diagnostyka i niezawodność					Seminarium dyplomowe														
2					1 2					3														
EID008078 2					EID009077 1 1					EID009389 2														
Matematyka E					Filozofia nauki i techniki					Praca dyplomowa magisterska														
2 2					2					20														
MAT001437 2 2					FLHI21521W 1					EID009390D 2														
Język obcy B2+					Język obcy A1/A2					Blok: Zarządzanie														
1					2					3														
JZL100709BK 1					JZL100710BK 3					MCM023001BK 2														
W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	W	C	L	P	S										
sem. 1					sem. 2					sem. 3														
30	ECTS	15	7	6	0	2	30	ECTS	10	2	10	8	0	30	ECTS	4	0	0	21	5				
27	1. godz.	15	5	5	0	2	24	1. godz.	9	3	7	5	0	10	1. godz.	3	0	0	3	4				
razem					ECTS					90														
W					C					L					P					S				
27					8					12					8					6				
61																								

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

### Semestr 1

#### Kursy/grupy kursów obowiązkowe      liczba punktów ECTS 20

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	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty-cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	MAT001437W	Matematyka	2					K2eit_W06	30	60	2	1,2	T	E	O		PD	Ob
2.	MAT001437C	Matematyka		2				K2eit_U06 K2eit_K02	30	60	2	1,4	T	Z	O	P	PD	Ob
3.	ETD008075W	Metody statystyczne w EMF	1					K2eit_W05	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
4.	ETD008075C	Metody statystyczne w EMF		1				K2eit_U05 K2eit_K02	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
5.	ETD008076W	Metody numeryczne	1					K2eit_W04 K2eit_K07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
6.	ETD008076L	Metody numeryczne			1			K2eit_U04 K2eit_K04 K2eit_K07	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
7.	ETD008077W	Metody optymalizacji	1					K2eit_W03	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
8.	ETD008077C	Metody optymalizacji		1				K2eit_U03 K2eit_U11 K2eit_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
9.	ETD008078W	Elektronika ciała stałego	2					K2eit_W02 K2eit_U02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob
10.	ETD008079W	Nanotechnologia	1					K2eit_W01 K2eit_W09	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
11.	ETD008079S	Nanotechnologia					2	K2eit_U01 K2eit_U15 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
12.	ETD008086W	Czujniki i akulatory	1					K2eit_W08 K2eit_W13 K2eit_U08	15	60	2	1,2	T	Z			K	Ob
Razem			9	4	1	0	2		240	600	20	13						

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

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

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

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

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

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

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



### Kursy/grupy kursów wybieralne (165 godzin w semestrze, 10 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 BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD008366W	Światłowodowy	2					S2eot_W03	30	60	2	1,2	T	E			S	W
2.	ETD008366L	Światłowodowy			2			S2eot_U09 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
3.	ETD008367W	Fotowoltaika	2					S2eot_W12	30	60	2	1,2	T	E			S	W
4.	ETD008367L	Fotowoltaika			2			S2eot_U03 S2eot_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
5.	ETD008370W	Elementy i układy optoelektroniczne I	2					S2eot_W01 S2eot_W04	30	30	1	0,6	T	Z			S	W
7.	JZL100709BK	Język obcy B2+		1				K2eit_U17	15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
Razem			6	1	4	0	0		165	300	10	6,5						

### Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
15	5	5	0	2	405	900	30	19,5

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

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

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

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

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

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

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

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 5

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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	FLH121521W	Filozofia nauki i techniki	1					K2eit_K09 K2eit_K10 K2eit_K12	15	60	2	1,2	T	Z	O		KO	Ob
2.	ETD009077W	Diagnostyka i niezawodność	1					K2eit_W07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
3.	ETD009077P	Diagnostyka i niezawodność				1		K2eit_U07 K2eit_K06	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
Razem			2	0	0	1	0		45	150	5	3,2						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (330 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

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	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD009387W	Metody symulacji komputerowej w fotonice	1					S2eot_W10	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
2.	ETD009387L	Metody symulacji komputerowej w fotonice			1			S2eot_U06 S2eot_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
3.	ETD009393W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					S2eot_W07 S2eot_W09 S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
4.	ETD009393P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1		S2eot_U07 S2eot_U10 S2eot_U11 S2eot_U13 S2eot_U17 S2eot_U19 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
5.	ETD009381L	Elementy i układy optoelektroniczne II			1			S2eot_U03 S2eot_U08 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z			S	W

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

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

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

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

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

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

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

6.	ETD009381P	Elementy i układy optoelektroniczne II				2		S2eot_U03 S2eot_U08 S2eot_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
7.	ETD009392W	Czujniki światłowodowe	2					S2eot_W07	30	30	1	0,6	T	E			S	W
8.	ETD009392L	Czujniki światłowodowe			2			S2eot_U19 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
9.	ETD009383W	MOEMS-y	1					S2eot_W06	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
10.	ETD009383L	MOEMS-y			1			S2eot_U03 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
11.	ETD009384W	Technika laserowa	1					S2eot_W05	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
12.	ETD009384L	Technika laserowa			1			S2eot_U03	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
13.	ETD009385W	Telekomunikacja światłowodowa	1					S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	
14.	ETD009385L	Telekomunikacja światłowodowa			1			S2eot_U03 S2eot_U12	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	W
15.	ETD009386W	Miernictwo optoelektroniczne	1					S2eot_W07 S2eot_W08	15	30	1	0,6	T	E			S	W
16.	ETD009386L	Miernictwo optoelektroniczne			1			S2eot_U09 S2eot_U15 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
17.	JZL100710BK	Język obcy A1/A2		3				K2eit_U17	45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
Razem			8	3	8	3	0		330	750	25	16,8						

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
10	3	8	4	0	375	900	30	20

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

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

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

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

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

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

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

## Semestr 3

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 0

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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>				
Razem																						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (300 godzin w semestrze, 30 punktów ECTS)

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	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>	
1.	ETD009391S	Postępy elektroniki i fotoniki						2	K2eit_W01-K2eit_W12, S2eot_W01-S2eot_W11 K2eit_U01-K2eit_U16, S2eot_U18 S2eot_U01 S2eot_U04, S2eot_U05 S2eot_K01 S2eot_K02 S2eot_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	W
2.	ETD009394W	Sieci światłowodowe	1						S2eot_W02	15	30	1	0,6	T	Z			S	W
3.	ETD009394P	Sieci światłowodowe					1		S2eot_U02 S2eot_U16 S2eot_U20 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	W

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

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

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

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

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

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

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

4.	ETD009389S	Seminarium dyplomowe					2	K2eit_W01- K2eit_W12 S2eot_W01- S2eot_W11 K2eit_U01- K2eit_U16 S2eot_U01- S2eot_U19 S2eot_K01- S2eot_K04	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W	
5.	ETD009390D	Praca dyplomowa magisterska					12	K2eit_W01- K2eit_W12 S2eot_W01- S2eot_W11 K2eit_U01- K2eit_U16 S2eot_U01- S2eot_U19 K2eit_K01- K2eit_K12 S2eot_K01, S2eot_K04	180	600	20	14	T	Z		P	S	W	
<b>MCM023001BK Zarządzanie</b>			<b>2</b>						<b>30</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>1,8</b>							
6.	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2					K2eit_W10 K2eit_W11 K2eit_W12 K2eit_U10 K2eit_K05 K2eit_K08 K2eit_K11	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
7.	MCM023003W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2					K2eit_W10 K2eit_W11 K2eit_W12 K2eit_U10 K2eit_K05 K2eit_K08 K2eit_K11	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
Razem			3	0	0	13	4		300	900	30	20,6							

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

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

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

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

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

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

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

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
3	0	0	13	4	300	900	30	20,6

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

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

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

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

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

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

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

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
MAT001437W ETD008366W ETD008367W	1. Matematyka 2. Światłowody 3. Fotowoltaika	1
ETD009392W ETD009386W	1. Czujniki światłowodowe 2. Miernictwo optoelektroniczne	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

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

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

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

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

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

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

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

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim** Metody statystyczne w EMF**Nazwa w języku angielskim** Statistics for EPM**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i Telekomunikacja**Stopień studiów i forma:** II / Stacjonarne**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / Wydziałowy**Kod przedmiotu:** ETD8075**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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6	1,4			

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

1. Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa i analizy matematycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie roli metod statystycznych w działalności inżynierskiej oraz na temat metod zbierania danych statystycznych.
- C2. Nabycie wiedzy na temat metod analizy danych statystycznych z zastosowaniem takich narzędzi, jak statystyka opisowa, estymacja przedziałowa, testowanie hipotez, analiza wariancji, regresja liniowa.
- C3. Zaznajomienie z metodami statystycznego sterowania jakością.
- C4. Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów z zakresu zastosowania metod statystycznych
- C5. Utrwalanie świadomości studenta odnośnie potrzeby stosowania metod statystycznych w działalności inżynierskiej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada wiedzę z zakresu zbierania oraz prezentacji danych statystycznych, zna podstawowe metody analizy danych statystycznych,

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi samodzielnie dobrać i zastosować odpowiednie narzędzia do rozwiązywania wybranych problemów z zakresu statystycznej analizy danych, potrafi formułować wnioski na podstawie wykonanych analiz



Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Dostrzega i rozumie aspekty związane ze zbieraniem, prezentacją danych w różnych dziedzinach praktyki inżynierskiej oraz konieczność stosowania metod statystycznych do ich opisu

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, zakres wykładu, warunki zaliczenia.	1
Wy2	Rozkłady prawdopodobieństwa.	2
Wy3	Rola statystyki w pracach inżynierskich.	1
Wy4	Statystyka Opisowa	3
Wy5	Estymacja punktowa i przedziałowa.	2
Wy6	Regresja liniowa i korelacja. Testowanie hipotez	3
Wy7	Statystyczna kontrola jakości.	2
Wy8	Sprawdzian pisemny	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Ćw1	Ćwiczenia wprowadzające, zakres ćwiczeń, zasady zaliczenia	1
Ćw2	Obliczanie zadań dotyczących zastosowania wybranych rozkładów prawdopodobieństwa	2
Ćw3	Obliczanie podstawowych parametrów statystycznych	2
Ćw4	Zastosowanie statystyki opisowej w analizie danych	3
Ćw5	Estymacja punktowa i przedziałowa – rozwiązywanie zadań	3
Ćw6	Regresja liniowa i korelacja - rozwiązywanie zadań	2
Ćw8	Zajęcia odrębne	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej i z dyskusją  
 N2. Konsultacje  
 N3. Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień  
 N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń  
 N5. Praca własna – samodzielne rozwiązywanie zadanych problemów podczas ćwiczeń  
 N6. Ćwiczenia: krótkie, 15-minutowe sprawdziany na początku 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
<b>Wykład</b> P1=F1	PEU_W01	Sprawdzian pisemny
<b>Ćwiczenia</b> F2	PEU_U01	oceny z kartkówek
<b>Ćwiczenia</b> F3	PEU_U01	oceny za samodzielnie rozwiązywane zadania

Ćwiczenia P2 = 0.5F2+0.5F3	PEU_U01	średnia ocen z kartkówki i rozwiązywania zadań
-------------------------------	---------	--

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Roman Nowak, Statystyka dla fizyków, PWN, 2002
- [2] R. Lyman Ott, Michael Longnecker, An introduction to statistical methods and data analysis, Brooks/Cole Cengage Learning, 6th, Ed., 2010

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Dr. Graham Currell, Dr. Antony Dowman, Essential Mathematics and Statistics for Science, 2nd Edition, Wiley, 2009
- S. J. Morrison, Statistics for Engineers: An Introduction, Wiley, 2009

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

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

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody numeryczne****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Numerical Methods****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): n/d****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: ETD008076****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		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Znajomość podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw programowanie komputerowego – język C/C++ / Python
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi algorytmami i metodami numerycznymi stosowanymi w inżynierii w tym z ograniczeniami, wadami oraz zaletami technik numerycznych. Ponadto, zdobycie umiejętności posługiwania się skryptowym językiem programowania Python
- C2 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi
- C3 Przedmiot jest związany z badaniami w dziedzinie projektowania numerycznego
- C4 Stosowanie metod numerycznych do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich
- C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu metod projektowania numerycznego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod numerycznych stosowanych w inżynierii. Zakres wiedzy obejmuje analizę błędów, metody różniczkowania i całkowania numerycznego, rozwiązywanie układów równań liniowych i nieliniowych, metody interpolacji i aproksymacji,

	algorytmy optymalizacji jedno- i wielokryterialnej oraz metody planowania eksperymentów
PEU_W02	Zna i rozumie podstawowe metody oraz narzędzia numeryczne służące do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi dobrać i zastosować w sposób praktyczny odpowiednie narzędzia, programy, metody i algorytmy numeryczne do rozwiązywania typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego w inżynierii. Ponadto, potrafi zinterpretować otrzymane wyniki oraz posłużyć się odpowiednimi metodami do weryfikacji wyników pomiarowych
PEU_U02	Potrafi planować eksperymenty i symulacje komputerowe oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
PEU_K02	Potrafi rozróżnić i rozumie techniczne i pozatechniczne aspekty współczesnej działalności inżynierskiej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do metod numerycznych oraz języka skryptowego Python	2
Wy2	Obliczenia numeryczne	2
Wy3	Numeryczne metody całkowania i różniczkowania	2
Wy4	Równania i układy równań liniowych i nieliniowych	2
Wy5	Metody interpolacji, aproksymacji i ekstrapolacji	2
Wy6	Optymalizacja oraz metody planowania i analizy wyników eksperymentów	2
Wy7	Numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do metod numerycznych i obliczeń inżynierskich z wykorzystaniem języka skryptowego Python	2
La2	Błędy metod numerycznych - źródła i rodzaje	2
La3	Różniczkowanie i całkowanie numeryczne	2
La4	Równania i układy równań liniowych i nieliniowych	2
La5	Interpolacja, aproksymacja i ekstrapolacja	2
La6	Optymalizacja i planowanie eksperymentów	2
La7	Równania różniczkowe	2
La8	Projekt indywidualny / Zaliczenie	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 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

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P=F1+F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] FEYNMANN R.P., FEYNMANA WYKŁADY Z FIZYKI, TOM I I II, PWN, 1968
- [2] Janowski W., Matematyka, tom I II II,, PWN,, 1968
- [3] Volk W., Statystyka stosowana dla inżynierów, WNT, 1973

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] KREYSZIG E., ADVANCED ENGINEERING MATHEMATICS, JOHN WILEY AND SONS, 2006
- [2] Montgomery D., Design and analysis of experiments, John Wiley and Sons, 2005
- [3] Pang T., An introduction to computational physics, Cambridge University Press, 2006

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

**prof. dr hab. inż. Artur Wymysłowski, e-mail: artur.wymyslowski@pwr.edu.pl**

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody optymalizacji****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optimization methods****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): n/d****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: Obowiązkowy****Kod przedmiotu: ETD008077****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 kontaktu (BK)	0,6	1,4			

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

1. Znajomość matematyki z zakresu analizy matematycznej i algebry liniowej
2. Ukończony kurs: Analiza matematyczna 1
3. Ukończony kurs: Algebra z geometrią analityczną

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznać studentów z podstawami metod optymalizacji
- C2 Zdobyć umiejętność rozwiązywania prostych problemów z zakresu optymalizacji przy wykorzystaniu różnych metod
- C3 Rozumieć potrzebę wykorzystania metod optymalizacji w praktyce inżynierskiej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma teoretyczną wiedzę i rozumie różne metody rozwiązywania problemów optymalizacyjnych, zarówno liniowych jak i nieliniowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi rozwiązywać proste problemy z zakresu optymalizacji przy wykorzystaniu różnych metod

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozumie potrzebę wykorzystania metod optymalizacji w działalności inżynierskiej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do metod optymalizacji	1
Wy2	Metoda graficzna rozwiązywania problemów programowania liniowego	2
Wy3	Metoda simplex rozwiązywania problemów programowania liniowego, tabele simplexowe, problemy dualne	4
Wy4	Metody analityczne szukania minimum funkcji bez ograniczeń i z ograniczeniami	2
Wy5	Metody iteracyjne szukania minimum funkcji	2
Wy6	Metody stochastyczne	2
Wy7	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Omówienie tematyki kursu i warunków zaliczenia	1
Ćw2	Metoda graficzna rozwiązywania problemów programowania liniowego	2
Ćw3	Metoda simplex rozwiązywania problemów programowania liniowego, tabele simplexowe, problemy dualne	4
Ćw4	Metody analityczne szukania minimum funkcji bez ograniczeń	2
Ćw5	Metody analityczne szukania minimum funkcji z ograniczeniami	2
Ćw6	Metody iteracyjne szukania minimum funkcji	2
Ćw7	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład tradycyjny
N2	Ćwiczenia - rozwiązywanie zagadnień z zakresu metod optymalizacji
N3	Konsultacje
N4	Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń przykładów i zadań
N5	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do sprawdzianów

#### **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
P1 = F1	PEU_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P1 = F2	PEU_U01, PEU_K01	Rozwiązywanie zadań, kartkówki, kolokwium zaliczeniowe

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

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

- |  |
|--|
| [1] Dariusz Horla, Metody obliczeniowe optymalizacji w zadaniach, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej,    |
| [2] Krzysztof Amborski, Podstawy metod optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej         |
| [3] Władysław Findeisen, Jacek Szymanowski, Andrzej Wierzbicki, Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji |

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

- |   |
|---|
| [1] Joanna Józefowska, Modele i narzędzia optymalizacji w systemach informatycznych zarządzania |
| [2] Paweł Wojda, Wykłady z programowania liniowego  |
| [3] Ewa Niewiadomska-Szynkiewicz, Metody optymalizacji nieliniowej                              |
| [4] Anna Tomkowska, Badania Optymalizacyjne – Programowanie Liniowe                             |

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

<b>dr inż. Tomasz Grzebyk, e-mail: <a href="mailto:tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl">tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl</a></b>
---



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Elektronika ciała stałego****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Solid state electronics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): n/d****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: ETD008078****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)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2				

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

1. Znajomość podstaw matematyki wyższej na poziomie umożliwiającym zrozumienie zagadnień z fizyki i elektroniki kwantowej
2. Ukończenie kursu fizyka I

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy w zakresie teoretycznego opisu stanów swobodnych i związanych elektronu w ciele stałym oraz teorii pasmowej
- C2 Poznanie podbudowanych teoretycznie zagadnień, dotyczących zjawisk fizycznych zachodzących w ciele stałym i możliwości ich zastosowania
- C3 Zapoznanie z obowiązującymi modelami budowy materii

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada wiedzę na temat teoretycznego opisu stanu elektronu w ciele stałym

PEU\_W02 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zjawisk zachodzących w ciele stałym

PEU\_W03 Zna i rozumie zasadę działania różnego rodzaju komputerów kwantowych

PEU\_W04 Posiada wiedzę z zakresu budowy materii według obowiązujących modeli

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Elektrony wewnątrz kryształu. Strefy Brillouina	2
Wy2	Model Kroniga - Penneya cz. 1	2
Wy3	Model Kroniga - Penneya cz. 2	2
Wy4	Zjawisko fotoelektronowe	2
Wy5	Zjawisko akustyczno-elektronowe	2
Wy6	Zjawisko piezoelektryczne	2
Wy7	Zjawisko nadprzewodnictwa	2
Wy8	Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe	2
Wy9	Spintronika	2
Wy10	Elektronika pojedynczego elektronu	2
Wy11	Komputery kwantowe cz. 1	2
Wy12	Komputery kwantowe cz. 2	2
Wy13	Budowa materii według Modelu Standardowego	2
Wy14	Teoria Higgsa	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i z dyskusją
N2. Praca własna studenta
N3. 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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01- PEU_W04	Sprawdzian pisemny

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Chih-Tang Sah, Fundamentals of solid-state electronics, World Scientific, London, 1991
[2] Tinkham M., Introduction to superconductivity, Dover Publications, Inc. Mineola, New York, 1996
[3] Levine S.N., Fizyka kwantowa w elektronice, PWN, W-wa 1968
[4] Ashcroft M., Mermin W., Fizyka ciała stałego, PWN, W-wa, 1986
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] Boncz-Brujewicz W., Kałasznikow S., Fizyka półprzewodników, PWN, W-wa, 1985
[2] Kittel C., Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, W-wa 1976
[3] Van der Ziel A., Podstawy fizyczne elektroniki ciała stałego, WTN, W-wa, 1980

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

<b>prof. dr. hab. inż. Danuta Kaczmarek, e-mail: danuta.kaczmarek@pwr.edu.pl</b>
--

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Nanotechnologia</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	<b>Nanotechnology</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Elektronika i Telekomunikacja</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>ETD008079</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 kontaktu (BK)	0,6				1,4

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

1. Znajomość podstaw fizyki i chemii
2. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
3. Ukończenie kursu *Przyrządy półprzewodnikowe II*
4. Ukończenie kursu *Elementy i układy elektroniczne*
5. Ukończenie kursu *Optoelektronika*

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przedstawienie NANOTECHNOLOGII jako nauki łączącej w sobie wiele dziedzin takich jak inżynieria materiałowa, chemia, fizyka, informatyka czy biologia, których połączenie umożliwia wytwarzanie zaawansowanych struktur także w życiu codziennym.
- C2 Zapoznanie studentów z korzyściami wykorzystywania nowych zjawisk czy unikalnych właściwości obiektów będących wynikiem zmniejszenia wymiarów.
- C3 Zapoznanie studentów z podstawami procesów i zjawisk fizykochemicznych wykorzystywanych w trakcie wytwarzania nanostruktur i nanoobjektów.
- C4 Przedstawienie konstrukcji elementów czy przyrządów molekularnych oraz omówienie wpływu struktury atomowej materiału na właściwości przyrządów (głównie przyrządów opto i elektronicznych).
- C5 Doskonalenie umiejętności wypowiedzi i dyskusji na tematy naukowe

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresie nauk i dziedzin (fizyka, chemia, biologia, informatyka, inżynieria materiałowa) niezbędną do zrozumienia istoty zjawisk/właściwości będących wynikiem zmniejszenia wymiarów a wykorzystywanych w nanotechnologii.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w zastosowaniach elektroniki kwantowej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Cechować go będzie otwartość na nowe innowacyjne rozwiązania, konstrukcje i procesy wytwórcze.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do Nanotechnologii. Definicja Nanotechnologii. Kierunki rozwoju i obszary zastosowań.	2
Wy2	Elementy elektroniki molekularnej. Świat Drexlera i Feynmana	2
Wy3	Nanoelektronika - Dwuwymiarowy i jednowymiarowy gaz elektronowy. Transport nośników w obiektach o obniżonej wymiarowości. Efekt Halla i kwantowy efekt Halla. Balistyczny transport nośników. Tranzystor na drucie kwantowym oraz tranzystor jednoelektronowy – konstrukcja i zasada działania.	4
Wy4	Zasada działania i konstrukcje przyrządów półprzewodnikowych z warstwami o wymiarach nanometrowych. Kwantowe efekty rozmiarowe i ich wpływ na ostateczne charakterystyki przyrządów. Konstrukcje, technologia i właściwości półprzewodnikowych struktur typu QD/QDash/MQW. Selektywna modyfikacja właściwości wybranych warstw wchodzących w skład przyrządów półprzewodnikowych.	3
Wy5	Wpływ oddziaływań międzymolekularnych na właściwości struktur półprzewodnikowych. Defekty strukturalne oraz naprężenia i ich wpływ na strukturę energetyczną półprzewodnika. Konsekwencje wygrzewania struktur półprzewodnikowych z warstwami stopów wieloskładnikowych – uporządkowanie bliskiego zasięgu. Techniki wytwarzania oraz zjawiska zachodzące podczas epitaksji struktur samoorganizujących się .	3
Wy6	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Ćwiczenie wprowadzające – wybór tematów do omówienia na zajęciach.	2
Se2	Studenckie krótkie prezentacje rozwijające zagadnienia omawiane w ramach wykładu a także dodatkowe zagadnienia zaproponowane przez prowadzącego lub studentów, nawiązujące tematycznie przede wszystkim do nanotechnologii półprzewodnikowej i elementów opto- i elektronicznych, otwarta dyskusja na każdy przedstawiony temat w celu dokładniejszego wyjaśnienia i zrozumienia prezentowanych zagadnień; sprawdziany.	26

Se15	Wizyta w laboratorium badań spektroskopowych – zależna od przebiegu zajęć w semestrze.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacją multimedialną, dyskusją oraz demonstracją wybranych elementów omawianych na zajęciach.
- N2. Seminarium: prezentacje wybranych zagadnień przez studentów wraz z dyskusją i uzupełnieniem prowadzącego: dwa krótkie, 10-minutowe sprawdziany w semestrze, możliwa wizyta w laboratorium badań spektroskopowych.
- N3. Konsultacje.
- N4. Praca własna – przygotowanie do seminarium zadanych zagadnień.
- N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe na ostatnim wykładzie
F2 (seminarium)	PEU_U01 PEU_K01	Średnia ocena z prezentacji, kartkówki i udziału w dyskusji.
P (wykład) = F1		
P (seminarium) = F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] *Springer Handbook of Nanotechnology*, Bharat Bhushan Editor, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004
- [2] J. C. Ellenbogen, J. Christopher Love, *Architectures for Molecular Electronic Computers: 1. Logic Structures and an Adder Designed from Molecular Electronic Diodes*, lipiec 1999
- [3] J. H. Davies, A. R. Long, *Physics of Nanostructures*, Proceedings of the Thirty-Eighth Scottish Universities Summer School in Physics St Andrews, 1991
- [4] R. Eisberg, R. Resnick, *Fizyka Kwantowa atomów, cząsteczek, ciał stałych, jąder i cząsteczek elementarnych*, PWN, Warszawa 1983
- [5] C. Joachim, J. K. Gimzewski, A. Aviram, Electronics using hybrid-molecular and mono-molecular devices, *Nature*, vol 408, 30 November 2000
- [6] D. Goldhaber-Gordon, Michael S. Montemerlo, J. Christopher Love, Gregory J. Opiteck, James C. Ellenbogen, *Overview of nanoelectronic devices*, The Proceedings of the IEEE, April 1997
- [7] Kenneth J. Klabunde, *Nanoscale Materials in Chemistry*, Wiley, 2001
- [8] Bernard Ziętek, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2004
- [9] Pallab Bhattacharya, *Semiconductor Optoelectronic Devices, Second Edition*, Prentice Hall New Jersey 1997

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] D. Pucicki, *Badanie kinetyki wzrostu heterostruktur  $In_yGa_{1-y}As_{1-x}N_x/GaAs$  przeznaczonych do konstrukcji przyrządów optoelektronicznych*, rozprawa doktorska, P.Wr. 2006

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

**dr hab. inż. Damian Pucicki, prof. uczelni**, e-mail: damian.pucicki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim: Czujniki i aktulatory**

**Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sensors and actuators**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja**

**Specjalność (jeśli dotyczy): n/d**

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

**Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy**

**Kod przedmiotu: ETD008086**

**Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Z				
Liczba punktów ECTS	2				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2				

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

Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Uporządkowanie wiedzy na temat mikromechanicznych czujników i aktuatorów
- C02 Zapoznanie z podstawowymi właściwościami mikromechanicznych czujników
- C03 Zapoznanie z metodami i algorytmami analogowego i cyfrowego kondycjonowania sygnałów z czujników mikromechanicznych
- C04 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu czujników mikromechanicznych i aktuatorów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy**

- PEU\_W01 Ma wiedzę z zakresu podstaw techniki sensorowej w obszarze studiowanego kierunku studiów w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych i mechanicznych zasad działania sensorów z uwzględnieniem zależności między ich parametrami użytkowymi a budową; ponadto, ma wiedzę w zakresie podziału i technologii wykonywania sensorów

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Przegląd wybranych metod akwacji i detekcji wykorzystywanych w MEMS	2



Wy_02	Wstęp do mechaniki mikrostruktur, ugięcie i naprężenie w różnych strukturach mikromechanicznych	2
Wy_03	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: zasada działania, konstrukcja	3
Wy_04	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: parametry, kondycjonowanie sygnału wyjściowego, przykłady	2
Wy_05	Czujniki przyspieszenia i żyroskopy: zasada działania, konstrukcja, parametry i przykłady	2
Wy_06	Mikromaszyny jako mikrosystemy łączące czujniki i akulatory	2
Wy_07	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Praca własna - przygotowanie do kolokwium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<b><u>Literatura podstawowa</u></b>
1. M. Bao, Analysis and Design Principles of MEMS Devices, Elsevier, 2005

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b>dr hab. inż. Rafał Walczak, prof. uczelni</b> , e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim: Programowalne układy logiczne****Nazwa w języku angielskim: Programmable logic devices****Kierunek: Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność: Mikrosystemy****Stopień i forma: II stopnia / Stacjonarne****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD008270****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	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			1,4	

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

1. Podstawy techniki cyfrowej i mikroprocesorowej I (ETD 2070) i II (ETD 3078)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przekazanie wiedzy na temat techniki programowania układów FPGA
- C2 Opanowanie języka Verilog
- C3 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu programowalnych układów logicznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Wiedza na temat projektowania układów cyfrowych w strukturach programowalnych FPGA

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność programowania układów FPGA, kodowania w języku Verilog

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy01	Wprowadzenie do cyfrowych układów VLSI	2
Wy02	Podstawy języka Verilog	2

Wy03	Układy kombinacyjne, przypisania blokujące i nieblokujące	2
Wy04	Układy sekwencyjne - instrukcja always	2
Wy05	Układy SERDES	2
Wy06	Kodowanie automatów stanów	2
Wy07	Szybkość, moc, zasoby	2
Wy08	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - Projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr01	Narzędzia Intel® Quartus® Prime	2
Pr02	Symulacja układów sekwencyjnych	2
Pr03	Techniki automatycznej weryfikacji	2
Pr04	Projekt - koncepcja architektury	2
Pr05	Projekt - kodowanie	2
Pr06	Projekt - weryfikacja	2
Pr07	Projekt - fizyczna realizacja	2
Pr08	Projekt - zaliczenie	1
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z dyskusją
N2. Laboratorium komputerowe
N3. Praca własna - literatura i przygotowanie do kolokwium
N4. Praca własna - projekt indywidualny.

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

<b>Oceny</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Sprawdzian pisemny
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01	Ocena projektu indywidualnego

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] T. Łuba, B. Zbierzchowski, Komputerowe projektowanie układów cyfrowych, WKŁ, 2000
[2] Z. Hajduk, Wprowadzenie do języka Verilog, Wydawnictwo BTC, 2009
[3] P. Minns, E. Ian, FSM-based digital design using Verilog HDL, John Wiley & Sons, 2008
[4] P.P. Chu, Embedded SoPC Design with Nios II Processor and Verilog Examples. John Wiley & Sons, 2012
[5] D. Donald, P. Moorby, The Verilog® Hardware Description Language, Vol. 2. Springer Science & Business Media, 2002
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] Standard nr 1364-2001 (Verilog), IEEE, 2001
[2] Introducing the Intel® Quartus® Prime Pro and Standard Edition Software User Guides – zestaw dokumentacji technicznych Intel
[3] Introduction to the Quartus® II Software - dokumentacja techniczna Altera

[4] Quartus Prime Standard Edition Handbook Volume 1: Design and Synthesis -  
dokumentacja techniczna Altera

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**prof. dr hab. inż. Teodor Gotszalk**, e-mail: [teodor.gotszalk@pwr.edu.pl](mailto:teodor.gotszalk@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Modelowanie mikrosystemów****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Modelling of microsystems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD008271****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	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 kontaktu (BK)	0,6		1,4		

**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 Ma podstawową, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych typu MES do wspomagania pracy inżyniera na etapie projektowania, a w szczególności do modelowania mikrosystemów

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 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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 / Egzamin	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
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	Zajęcia odróbcze	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 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 egzaminu  
 N7. Praca własna: przygotowanie sprawozdań z 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 (wykład)	PEK_W01	Diskusje, egzamin
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P=F1+F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [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

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

**prof. dr hab. inż. Artur Wymysłowski, e-mail: artur.wymyslowski@pwr.edu.pl**

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Autonomiczne systemy zasilające</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Autonomous Power Supplying Systems</b>	
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>	
Specjalność:	<b>Mikrosystemy</b>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny</b>	<b>/ Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008274</b>	
Grupa kursów:	<b>NIE</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Z				
Liczba punktów ECTS	2				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2				

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

Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przedstawienie zasad zasilania autonomicznych urządzeń elektronicznych i mikrosystemów
- C02 Przegląd rozwiązań technicznych i ich właściwości realizujących różnymi metodami pozyskiwanie energii elektrycznej z otoczenia

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy**

- PEU\_W01 Ma poszerzoną, pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie fizyki i podstaw chemii niezbędną do zrozumienia działania systemów zasilających w mikrosystemach (zasada działania, rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne, parametry eksploatacyjne)



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Bilans energii w mikrosystemach	2
Wy_02	Zasady zasilania mikrosystemów	2
Wy_03	Efekt fotowoltaiczny, ogniwa słoneczne	2
Wy_04	Rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne mikroogniw i mikromodułów słonecznych	2
Wy_05	Zjawiska termoelektryczne	2
Wy_06	Mikrogeneratory termoelektryczne - rozwiązania technologiczno konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_07	Prosty i odwrotny efekt piezoelektryczny	2
Wy_08	Mikrogeneratory piezoelektryczne - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_09	Ogniwa paliwowe - zasada działania	2
Wy_10	Mikroogniwa paliwowe - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_11	Mechaniczne mikrogeneratory energii	2
Wy_12	Zasady magazynowania energii	2
Wy_13	Baterie i akumulatory dla mikrosystemów - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_14	Źródła energii - problemy globalne	2
Wy_15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Praca własna - przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>Literatura podstawowa</u></b>	
1. D.M. Rove, Handbook of Thermoelectrics, CRC Press, 1996	
2. W. Ehrefeld, Microreactors - new technology for modern chemistry, Wiley-Vch Verlag, 2000	
<b><u>Literatura uzupełniająca</u></b>	
1. Artykuły w czasopismach naukowych - wybrane przez prowadzącego	

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b>dr hab. inż. Rafał Walczak, prof. uczelni</b> , e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Techniki Próżniowe i Plazmowe****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Vacuum and Plasma Techniques****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień/ stacjonarne****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: ETD008276****Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Egzamin				
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 kontaktu (BK)	0,6				

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

- Zaliczone kursy z zakresu fizyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie zjawisk zachodzących w warunkach obniżonego ciśnienia (próżni)  
 C2 Zdobywanie wiedzy na temat współczesnych aplikacji techniki próżniowej (sposoby wytwarzania i pomiarów próżni)  
 C3 Zdobywanie wiedzy na temat roli próżni w mikroelektronice

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma wiedzę o zjawiskach zachodzących przy obniżonym ciśnieniu gazu oraz o działaniu urządzeń próżniowych (wytwarzanie i pomiar próżni) w kontekście procesów technologicznych stosowanych w mikroelektronice

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy kinetycznej teorii gazów - podstawowe definicje, zjawiska w rozrzedzonym gazie	2
Wy2	Przepływ gazu (ilość gazu, natężenie przepływu, szybkość pompowania) w instalacjach próżniowych	1
Wy3	Pompy próżni wstępnej – pompy olejowe „mokre-brudne”	2

Wy4	Pompy próżni wstępnej – pompy „suche-czyste”	2
Wy5	Pompy wysokiej próżni przepływowe: pompy dyfuzyjne i turbomolekularne	3
Wy6	Pompy wysokiej próżni bezwylotowe-sorpcyjne (pompy sublimacyjne, jonowe, kriosorpcyjne, gettery)	5
Wy7	Pomiar ciśnienia, zakresy próżni i metody pomiarowe. Pomiar pośredni i bezpośredni	2
Wy8	Próżniomierze mechaniczne i lepkościowe. Próżniomierze ciepło-przewodnościowe i konwekcyjne	2
Wy9	Próżniomierze jonizacyjne z gorącymi i zimnymi katodami	2
Wy10	Wykład laboratoryjny – demonstracja procesu próżniowego w laboratorium techniki próżniowej	2
Wy11	Przepływ gazu, wybór metody pompowania	1
Wy12	Systemy próżniowe w technologii MEMS	2
Wy13	Próżniowe osadzanie cienkich warstw (parowanie, rozpylanie). Rola warunków ciśnieniowych (próżni) w procesach nanoszenia cienkich warstw. Procesy elektryczne przy obniżonym ciśnieniu – ruch jonów, elektronów	1
Wy14	Wykład laboratoryjny – proces próżniowej metalizacji z wykorzystaniem układu magnetronowego. Procesy reaktywne i niereaktywne w laboratorium techniki próżniowej	2
Wy15	Zaliczenie - kolokwium	1
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład tradycyjny wspomagany prezentacjami i interaktywnymi elementami oceny
N2 Praca własna
N3 Konsultacje
N4 Prezentacja laboratoryjna – standardowy proces osadzania próżniowego cienkich warstw

### 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
P1=F1 (wykład)	PEU_W01	Interaktywność podczas wykładu. Egzamin

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Hałas, P. Szewin, Podstawy Techniki Próżni, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2008
- [2] A. Hałas, Technologia Wysokiej Próżni, PWN W-wa, 1980
- [3] J. Groszkowski, Technika Wysokiej Próżni, WNT W-wa, 1978
- [4] W. Posadowski, wykład

**LITERATURA UZUPEŁNIAJACA:**

- [1] J.O. Hanlon, A user's Guide to Vacuum Technology, Wiley-Interscience, (third edition), 2003
- [2] M. Wutz, H. Adam, W. Walcher , Theory and Practice of Vacuum Technology, Friedr.Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1989
- [3] Nigel Harris, Modern Vacuum Practice, self-published, (third edition), 2005

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

**prof. dr hab. inż. Witold Posadowski**, e-mail: [witold.posadowski@pwr.edu.pl](mailto:witold.posadowski@pwr.edu.pl)

**dr hab. inż. Artur Wiatrowski, prof. uczelni**, e-mail: [artur.wiatrowski@pwr.edu.pl](mailto:artur.wiatrowski@pwr.edu.pl)

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Światłowody</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optical Fibers</b>	
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>	
Specjalność:	<b>Optoelektronika i technika światłowodowa</b>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>	<b>/ Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008366</b>	
Grupa kursów:	<b>NIE</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	2		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		1,4		

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

1. Podstawowe wiadomości z fizyki i optyki
2. Podstawowe wiadomości o światłowodach

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu optyki światłowodowej
- C02 Zdobycie wiedzy i umiejętności pozwalających na poprawny dobór elementów światłowodowych niezbędnych do budowy systemów światłowodowych
- C03 Zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do pomiaru elementów światłowodowych
- C04 Zdobycie wiedzy na temat najważniejszych przyrządów optoelektronicznych współpracujących ze światłowodami
- C05 Zdobycie zaawansowanej wiedzy eksperckiej na temat różnych elementów toru światłowodowego
- C06 Opanowanie umiejętności pracy z elementami fonicznymi i przyrządami pomiarowymi techniki światłowodowej
- C07 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu techniki światłowodowej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Zna i stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi. Potrafi obsługiwać aparaturę pomiarową i montować systemy pomiarowe w zakresie fotoniki

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Pracuje samodzielnie i w zespole

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie - podsumowanie podstawowych wiadomości o światłowodach	2
Wy_02	Analiza światłowodów metodami optyki falowej	2
Wy_03	Podstawowe właściwości światłowodów w świetle norm międzynarodowych	2
Wy_04	Pomiary podstawowych właściwości światłowodów	2
Wy_05	Dyspersja światłowodów	2
Wy_06	Pomiary i metody kompensacji dyspersji światłowodowej	2
Wy_07	Połączenia światłowodów i kabli światłowodowych (połączenia spawane)	2
Wy_08	Połączenia światłowodów i kabli światłowodowych (połączenia rozłączne)	2
Wy_09	Reflektometr optyczny	2
Wy_10	Światłowodowe elementy specjalne (siatki Bragga, multipleksery, wzmacniacze światłowodowe)	2
Wy_11	Światłowody wielomodowe	2
Wy_12	Wprowadzenie do światłowodowych systemów WDM	2
Wy_13	Klasyfikacja i charakteryzacja światłowodowych łączy telekomunikacyjnych	2
Wy_14	Elementy optyki nieliniowej i transmisja solitonowa	2
Wy_15	Kolokwium, repetytorium lub przykładowy test	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Łączenie światłowodów metodą spawania w łuku elektrycznym	4
La_02	Montaż złącz światłowodowych typu ST	4
La_03	Pomiary charakterystyk spektralnych światłowodów włóknistych	4
La_04	Bierne elementy toru światłowodowego (sprzęgacz i cyrkulator światłowodowy)	4
La_05	Pomiary linii światłowodowych metodą bezpośrednią i reflektometrem	4
La_06	Pomiary rozkładu współczynnika załamania w światłowodach włóknistych	4
La_07	Badanie wpływu tłumienia włókna na ograniczenie długości linii światłowodowej	2
La_08	Badanie wpływu dyspersji na ograniczenie długości toru transmisyjnego	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Wspomaganie wykładu metodami e-learningu
ND_03	Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
ND_04	Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_05	Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_06	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
ND_07	Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Średnia ocena z testów, kolokwium i egzaminu
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_U02	Dyskusje, konsultacje, kartkówki

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Marciniak M., Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998

#### Literatura uzupełniająca

1. Siuzdak J., Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1997

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni**, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fotowoltaika****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Photovoltaics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD008367****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 kontaktu (BK)	1,2		1,4		

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

1. Podstawowa wiedza nt. fizyki półprzewodników, w szczególności w zakresie oddziaływania światła z ciałem stałym (optoelektronika)
2. Podstawowa wiedza nt. elektroniki (konstrukcji i zasad działania) przyrządów półprzewodnikowych oraz technologii i ich wytwarzania

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z zasadami działania oraz podstawami konstrukcji oraz technologii elementów fotowoltaicznych - ogniw i modułów
- C2 Zapoznanie z podstawowymi metodami wytwarzania, pomiarów elementów i systemów fotowoltaicznych
- C3 Zapoznanie z zasadami projektowania, konstrukcji, instalacji oraz oceny jakości pracy systemów fotowoltaicznych
- C4 Zapoznanie z podstawowymi normami technicznymi z zakresu fotowoltaiki
- C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu fotowoltaiki



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotowoltaiki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania elementów fotowoltaicznych oraz projektowania i oceny jakości systemów fotowoltaicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi wykonać pomiary i ocenić podstawowe parametry elementów fotowoltaicznych, opracować założenia i wykonać prosty projekt systemu fotowoltaicznego, ocenić jakość pracy systemu oraz oszacować poprawnie spodziewany uzysk energetyczny

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role, zarówno wykonując zadanie pomiarowe jak i projektowe

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Zasoby energii słonecznej	2
Wy2	Energia fotowoltaiczna	2
Wy3	Budowa i podstawa działania ogniwa słonecznego	2
Wy4	Podstawowe parametry ogniwa słonecznego i czynniki ograniczające jego wydajność	2
Wy5	Technologia wytwarzania krzemowych ogniw słonecznych	2
Wy6	Przegląd nowego typu ogniw - ich wady i zalety	2
Wy7	Defekty w ogniwach słonecznych i metody diagnostyki	3
Wy8	Fotowoltaika w ujęciu społecznym i gospodarczym	1
Wy9	Systemy fotowoltaiczne dla IoT	2
Wy10	Koncentratory światła słonecznego w systemach fotowoltaicznych, kaskada energetyczna	2
Wy11	Autonomiczne systemy zasilające, mobilne i stacjonarne	2
Wy12	Rozwiązania, aplikacje i konstrukcje perspektywiczne	2
Wy13	Systemy fotowoltaiczne; zasady projektowania, kluczowe komponenty instalacji PV	2
Wy14	Fotowoltaika w kosmosie; wysokosprawne ogniwa PV	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Pomiar charakterystyk jasnych i ciemnych ogniw i modułów PV. Badanie wpływu oświetlenia i temperatury na charakterystyki sprawności ogniw PV	3
La2	Analiza charakterystyk modułów PV w różnych układach połączeń	3
La3	Badanie rozkładu widmowego promieniowania słonecznego i wpływu warunków pogodowych na sprawność instalacji fotowoltaicznej	3
La4	Defekty ogniw fotowoltaicznych i metody ich diagnostyki	3

La5	Zajęcia odrębne i zaliczenie	3
La6	Zasilanie w układach „zero-energetycznych” - badanie właściwości układów zasilania i magazynowania energii, przeznaczonych do współpracy z miniaturowymi ogniwami fotowoltaicznymi	3
La7	Zasilanie w układach „zero-energetycznych”: kaskada energetyczna – pośrednie wykorzystanie ogniwa fotowoltaicznego w systemie o dużej efektywności energetycznej	3
La8	Mała farma fotowoltaiczna - badanie sprawności małej farmy fotowoltaicznej, w tym połączenia szeregowego i równoległego modułów fotowoltaicznych, badanie wpływu zacienienia modułów	3
La9	Projekt autonomicznego systemu fotowoltaicznego z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania	3
La10	Zajęcia odrębne i zaliczenie	3
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny wspomagany prezentacjami i interaktywnymi elementami oceny
- N2. Test sprawdzający w połowie kursu
- N3. Laboratorium: krótkie, 10-minutowe sprawdziany na początku zajęć
- N4. Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
- N5. Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
- N6. Konsultacje
- N7. Egzamin końcowy

### 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
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Egzamin końcowy pisemny
P2 = F2 (laboratorium)	PEK_U01 PEK_K01	Ocena uśredniona z przygotowania do ćwiczeń i sprawozdań

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT, 1984
- [2] Jarzębski, Przetwarzanie energii słonecznej. Konwersja Fotowoltaiczna, WNT, 1981
- [3] M. Waclawek, T. Rodziewicz, Ogniwa słoneczne, wpływ środowiska na ich pracę, WNT, 2011

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Luque, S.Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering , John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 2003
- [2] J. Poortmans, V. Arkhipov, Thin Film Solar Cells, Fabrication, Characterization and Applications, Wiley Series in Materials for Electronic & Optoelectronic Applications, John Wiley & Sons, 2006
- [3] Lasnier, T.G. Ang, Photovoltaic Engineering Handbook, Adam Hilger, 1990
- [4] M.A. Green, Third Generation Photovoltaics. Advanced Solar Energy Conversion, in: Springer Series in Photonics , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2003

- [5] M.A.Green , SOLAR CELLS - Operating principles, Technology and System Applications, Univ. of New South Wales, Australia, 1992
- [6] P. Wuerfel, Physics of Solar Cells From Principles to New Concepts, Wiley-VCH Verlag GmbH &Co. KGaA, 2005
- [7] S.R. Wenham, M.A. Green, M.E. Watt, R. Corkish, APPLIED PHOTOVOLTAICS, ARC Centre for Advanced Silicon Photovoltaics and Photonics, Earthscan in the UK and USA, 2007
- [8] T. Markvart, Solar Electricity, UNESCO ENERGY ENGINEERING SERIES, John Wiley & Sons, 2000
- [9] Zbiory Polskich Norm, PKN

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

**prof. dr hab. inż. Danuta Kaczmarek**, e-mail: danuta.kaczmarek@pwr.edu.pl

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

**dr inż. Paweł Knapkiewicz**; e-mail: pawel.knapkiewicz@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Elementy i układy optoelektroniczne I****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optoelectronic elements and circuits I****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD008370****Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Z				
Liczba punktów ECTS	1				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6				

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

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
2. Ukończenie kursu Przyrządy półprzewodnikowe
3. Ukończenie kursu ETD3076 Optyka falowa
4. Ukończenie kursu Podstawy elektroniki ciała stałego
5. Ukończenie kursu Optoelektronika
6. Ukończenie kursu Półprzewodniki, dielektryki, magnetyki
7. Ukończenie kursu ETD4062 Technologie mikro- nano-

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przypomnienie wiadomości z zakresu podstawowych zjawisk optycznych w półprzewodnikach, w szczególności związanych z absorpcją i generacją promieniowania elektromagnetycznego
- C02 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi konstrukcjami struktur optoelektronicznych, optoelektroniką organiczną i podczerwieni, optyką logiczną oraz przedstawienie obszarów zastosowania elementów i układów optoelektronicznych, w szczególności w motoryzacji, energetyce, mikrosystemach i mechatronice
- C03 Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych związanych z naukami technicznymi, w zakresie takich dyscyplin jak elektronika, inżynieria materiałowa, telekomunikacja

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy**

- PEU\_W01 Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów fotonicznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Optoelektronika - wykład wprowadzający: definicje, klasyfikacja, zastosowanie	2
Wy_02	Podstawy zjawisk optycznych w półprzewodnikach - generacja i absorpcja	2
Wy_03	Podstawy konstrukcji struktur optoelektronicznych	4
Wy_04	Zaawansowane półprzewodnikowe źródła światła - diody LED	2
Wy_05	Podstawy generacji światła laserowego - lasery DBR i DBF, kaskadowy	2
Wy_06	Zaawansowane detektory promieniowania MSM, QWIP, MQW	2
Wy_07	Ogniwa słoneczne	2
Wy_08	Optoelektronika organiczna, podstawy, mechanizm, przyrządy	4
Wy_09	Optoelektronika w podczerwieni	2
Wy_10	Układy optoelektroniczne w mechatronice	2
Wy_11	Układy optoelektroniczne w motoryzacji	2
Wy_12	Układy logiki optoelektronicznej	2
Wy_13	Kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_04	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B. Mroziewicz, M. Bugajski, Wł. Nakwaski, Lasery półprzewodnikowe, WNT 1985</li> <li>2. J. E. Midwinder, Y. L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ 1995</li> <li>3. J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT 1984</li> <li>4. J. Piotrowski, A. Rogalski, Półprzewodnikowe detektory podczerwieni, WNT 1985</li> <li>5. B. Ziętek Optoelektronika, Wyd. UMK, 2004</li> <li>6. Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT 2001</li> </ol> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. Smoliński, Optoelektronika światłowodowa, WKŁ 1985</li> <li>2. J. Hennel, Podstawy elektroniki półprzewodnikowej, WNT 1986</li> <li>3. J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN 1997</li> <li>4. J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ 1997</li> <li>5. M. Marciniak, Łączność światłowodowa. WKŁ 1998</li> <li>6. G. Einarsson, Podstawy telekomunikacji światłowodowej, WKŁ 1998</li> <li>7. K. Booth, S. Hill, Optoelektronika, WKŁ, 2001</li> <li>8. R. Bacewicz, Optyka ciała stałego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1995</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b>dr inż. Beata Ściana</b> , e-mail: beata.sciana@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Diagnostyka i niezawodność</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diagnostics and Reliability</b>	
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>	
Specjalność:	<b>n/d</b>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>	<b>/ Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009077</b>	
Grupa kursów:	<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			60	
Forma zaliczenia	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			1,4	

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

1. Znajomość podstaw matematyki z zakresu analizy matematycznej, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej
2. Ukończony kurs: Analiza matematyczna 1
3. Ukończony kurs: Probabilistyka

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznać studentów z zagadnieniami z zakresu diagnostyki i niezawodności elementów i urządzeń elektronicznych
- C02 Zdobycie umiejętności analizy problemów związanych z uszkodzeniami i niezawodnością elementów i urządzeń elektronicznych
- C03 Rozumieć potrzebę stosowania wiedzy do analizy niezawodności elementów i urządzeń

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma wiedzę dotyczącą teorii niezawodności, testowania i diagnostyki oraz modeli uszkodzeń

### 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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Niezawodność systemów binarnych	2
Wy_02	Struktury systemów- funkcje opisujące niezawodność	2
Wy_03	Symulacyjne modele niezawodności	2
Wy_04	Testy selekcyjne	2
Wy_05	Mechanizmy uszkodzeń elementów elektronicznych	2
Wy_06	Modele niezawodności	2
Wy_07	Wpływ warunków pracy na niezawodność	2
Wy_08	Sprawdzian	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Rozdanie indywidualnych zadań projektowych, omówienie tematyki i zasad wykonania projektów	2
Pr_02	Omówienie zagadnień związanych z graficznym przedstawieniem wyników pomiarowych dotyczących niezawodności	2
Pr_03	Omówienie zagadnień związanych z zastosowaniem metod numerycznych w zadaniach projektowych	2
Pr_04	Omówienie metody Monte Carlo w zastosowaniu do rozwiązań zadań projektowych	2
Pr_05	Omówienie zagadnień związanych z prognozowaniem niezawodności urządzeń w zależności od warunków pracy	2
Pr_06	Prezentacja przez studentów własnych rozwiązań projektowych, dyskusja	2
Pr_07	Prezentacja przez studentów własnych rozwiązań projektowych, dyskusja	2
Pr_08	Odbiór projektów od studentów, prezentacja wyników	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny  
ND\_02 Projekt - samodzielne rozwiązywanie zagadnienia projektowego z zakresu niezawodności, omówienie zagadnień związanych z wykonaniem zadania projektowego  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Praca własna - przygotowanie do wykładu  
ND\_05 Praca własna - samodzielne studia oraz prace związane z wykonaniem projektu  
ND\_06 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do sprawdzianu

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Dyskusje, samodzielne rozwiązanie zadania projektowego

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. F. Grabski, J. Jaźwiński, Funkcje o losowych argumentach w zagadnieniach niezawodności, bezpieczeństwa i logistyki, WKŁ, 2009
2. H. Gładysz, E. Peciakowski, Niezawodność elementów elektronicznych, WKŁ, 1984

#### Literatura uzupełniająca

1. Grabski, J. Jaźwiński, Metody bayesowskie w niezawodności i diagnostyce, WKŁ, 2001
2. S. Firkowicz, Statystyczne badanie wyrobów, WNT, 1970

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**dr hab. inż. Karol Malecha, prof. uczelni**, e-mail: karol.malecha@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody diagnostyczne****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Diagnostic methods****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009280****Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	90			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,8	2,1			

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

1. Znajomość podstaw fizyki i elektroniki ciała stałego
2. Ukończenie kursu Metrologia

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie podbudowanej teoretycznej wiedzy w zakresie podstaw fizycznych wybranych specjalistycznych metod diagnostycznych materiałów, jak np.: mikroskopia elektronowa, dyfrakcja rentgenowska, metody optyczne i elektronowe
- C2 Nabycie wiedzy w zakresie jakościowej i ilościowej analizy właściwości strukturalnych, optycznych i elektrycznych ciał stałych
- C3 Poznanie zaawansowanych metod pomiaru i analizy właściwości materiałów
- C4 Nabycie umiejętności organizacji badań i diagnostyki materiałów za pomocą odpowiednio dobranych metod

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada wiedzę na temat optycznych metod badania materiałów

PEU\_W02 Posiada wiedzę na temat metod badania powierzchni materiałów

PEU\_W03 Posiada wiedzę na temat metod badania właściwości strukturalnych materiałów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi samodzielnie dobrać i zastosować odpowiednie narzędzia do rozwiązywania wybranych problemów z zakresu statystycznej analizy danych,

PEU_U02	potrafi formułować wnioski na podstawie wykonanych analiz Potrafi samodzielnie wyznaczyć parametry wybranych materiałów i interpretować zachodzące zjawiska
PEU_U03	Potrafi dokonać krytycznej analizy uzyskanych wyników badań
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, w zależności od zadania

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Klasyfikacja metod diagnostyki optycznej	2
Wy2	Szybkie metody optyczne	2
Wy3	Spektroskopia fotoelektronów i jej zastosowanie	2
Wy4	Metoda fotoluminescencji i jej zastosowanie	2
Wy5	Metoda fotokonduktancyjna i jej zastosowanie	2
Wy6	Porównanie metod EBIC-OBIC, CL-PL	2
Wy7	Metoda transmisji i jej zastosowanie	2
Wy8	Powierzchnia ciała stałego, topografia powierzchni, struktura atomowa, defekty powierzchniowe	2
Wy9	Metody otrzymywania powierzchni atomowo czystej	2
Wy10	Klasyfikacja metod badania powierzchni ciała stałego	2
Wy11	Metody badania i wyznaczania struktury atomowej powierzchni (LEED, RHEED)	2
Wy12	Jakościowo-ilościowa analiza powierzchni metodami AES i SIMS	2
Wy13	Zastosowanie mikroskopii elektronowej w diagnostyce struktur półprzewodnikowych	2
Wy14	Struktura elektronowa i właściwości elektronowe powierzchni półprzewodników	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Wy16	Struktura ciała stałego, model kryształu	2
Wy17	Sieć odwrotna kryształu i jej znaczenie praktyczne	2
Wy18	Zasada pomiaru i interpretacja krzywych odbić warstw epitaksjalnych	2
Wy19	Zasada pomiaru i interpretacja węzłów sieci odwrotnej warstw epitaksjalnych	2
Wy20	Metodyka pomiarowa warstw epitaksjalnych o znaczącym niedopasowaniu sieciowym w stosunku do podłoża	2
Wy21	Zastosowanie reflektometrii do charakteryzacji warstw epitaksjalnych	2
Wy22	Opis struktury polikrystalicznych warstw sensorowych	2
Wy23	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	45

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wprowadzenie do zajęć – przegląd właściwości materiałów i metod diagnostyki	2
Ćw2	Analiza składu materiałowego za pomocą sygnału BSE w modzie COMPO w SEM	2

Ćw3	Analiza artefaktów występujących w SEM w modzie COMPO	2
Ćw4	Analiza artefaktów występujących w SEM w modzie TOPO	2
Ćw5	Analiza wpływu składu materiałowego na formowanie mikrostruktury krystalicznej	2
Ćw6	Analiza wpływu temperatury wygrzewania na formowanie się struktury materiałów	2
Ćw7	Analiza tlenków z wykorzystaniem spektroskopii fotoelektronów	2
Ćw8	Określenie właściwości fotoelektrycznych złącza na podstawie metody fotokonduktancyjnej	2
Ćw9	Zastosowanie metody obwiedni do interpretacji wyników uzyskanych na podstawie interferencji światła w cienkich warstwach	2
Ćw10	Analiza właściwości optycznych materiałów na podstawie pomiarów transmisji światła	2
Ćw11	Badanie głębokich poziomów w strukturach AIIIBV z wykorzystaniem metody DLTS	2
Ćw12	Badanie defektów punktowych i rozciągniętych w strukturach AIIIBV za pomocą SEM	2
Ćw13	Identyfikacja fazowa polikrystalicznych warstw sensorowych	2
Ćw14	Charakteryzacja warstw epitaksjalnych i studni kwantowych na podstawie krzywych odbić	2
Ćw15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

#### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i z dyskusją  
N2. Praca własna studenta  
N3. Konsultacje  
N4. Krótkie sprawdziany wiadomości przed rozpoczęciem ćwiczeń  
N5. Rozwiązywanie zadań problemowych i rachunkowych

#### **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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01- PEU_W03	Sprawdzian pisemny
P2 = F2 (ćw)	PEU_U01,PEU_U02	Ocena zadań rozwiązywanych podczas ćwiczeń

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

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

- [1] Szaynok A., Kuźmiński S., Podstawy fizyki powierzchni półprzewodników, WNT, Warszawa, 2000  
[2] Szuber J., Metody powierzchniowe w nanotechnologii półprzewodników, WNT Warszawa 2002  
[3] Bojarski Z., Cigła M., Stróż K., Surowiec M., Krystalografia – podręcznik wspomagany komputerowo, PWN, Warszawa, 1999  
[4] Misiewicz J., Podstawy optyki ciała stałego, Oficyna Wydawnicza Politech. Wrocł., 1996

- [5] Schröder D., Semiconductor material and device characterization, J. Wiley & Sons, INC., USA, 1998
- [6] Kozłowski J., Własności strukturalne związków (Ga,Al,In)N przeznaczonych do konstrukcji przyrządów elektroniki wysokotemperaturowej, Raport nr 19, Wrocław, 2001.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Oleś A., Metody doświadczalne w fizyce ciała stałego, WNT Warszawa, 1998
- [2] Hummel R., Właściwości elektroniczne materiałów, Springer-Verlag, New York, 1985
- [3] PC-Materials Research Diffractometer, User Guide, Philips Analytical X-Ray, 1999

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

**prof. dr. hab. inż. Danuta Kaczmarek**, e-mail: danuta.kaczmarek@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrosystemy analityczne****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Analytical microsystems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009281****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 kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy na temat działania, wytwarzania i zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii
- C2 Zapoznanie się z wiedzą na temat projektowania i pomiarów bio-chipów analitycznych, mikroreaktorów chemicznych, detektorów elektronicznych i opto-elektronicznych
- C3 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu mikrosystemów analitycznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą podstaw fizykochemicznych, technologicznych, konstrukcji, wytwarzania, działania i zastosowań mikrosystemów analitycznych, bio-chipów, lab-on-chipów i mikroreaktorów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opisać, ocenić i porównać działanie mikrosystemów analitycznych gazowych i ciekowych: zna zasady projektowania, wytwarzania, działania oraz zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii

Z zakresu kompetencji społecznych:  
PEU\_K01 Pracuje samodzielnie i w zespole

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp. Definicja mikrosystemów chemicznych (mikrotasów). Ich rodzaje, przegląd wybranych konstrukcji. Rola mikrosystemów chemicznych, dlaczego miniaturyzacja. Podstawy fizyczne mikrotasów: przepływy w mikrokanałach; przepływy laminarne i turbulenty; mieszanie i dozowanie w mikro i nanoobjętościach. Przepływy EHF, elektroosmoza, elektryczne sterowanie przepływami cieczy.	2
Wy2	Przegląd technologiczny; spójność mikrotasów i mikrosystemów elektronicznych. Podstawowe procesy technologiczne mikrotasów krzemowych, szklano-krzemowych, szklanych, ceramicznych, tworzywowych i metalowych. Przykłady realizacyjne z uwzględnieniem ograniczeń projektowo-konstrukcyjnych.	2
Wy3	Podzespoły dla mikrotasów: Mikrozawory - rodzaje, wykonanie, parametry, sterowanie. Mikrokanały kapilarne i ich układy. Kolumny kapilarne podziałowe. Mieszalniki wirowe i dyfuzyjne. Mikropompy.	2
Wy4	Mikrocujniki dla mikrotasów cieczowych: czujniki konduktometryczne, jonoselektywne na bazie tranzystorów IGFET, fluorometryczne i spektrometryczne z włóknami światłowodowymi.	2
Wy5	Mikrotasy cieczowe: analizatory CE, FFFE, TFFF, Bio-chipy. Chipy do replikacji PCR, analizatory DNA, chipy immunologiczne.	2
Wy6	Mikrocujniki przepływu objętości i masy gazu. Katarometry. Mikrodozowniki wstrzykowe gazowe; z repetycją dozy, przepłukiwaniem zwrotnym, przekierowaniem dozy.	2
Wy7	Zintegrowane chromatografy gazowe: budowa i sterowanie, zastosowanie w systemach o pracy ciągłej. Mikroreaktory, nowa aparatura chemiczna. Ekonomia mikrotasów. Programy badawcze, rozwój.	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Mikrozawór i mikrodozownik gazu z repetycją dozy: badanie parametrów w układzie wstrzykowym i przepływowym z zastosowaniem sterowania komputerowego i przetwarzania sygnałów w czasie realnym.	3
La2	Mikrodetektory przepływu i transportu masy gazu (katarometr): badanie parametrów w układzie przepływowym, współpraca z mikrodozownikami. Określenie stałych czasowych, detekcyjności i powtarzalności wskazań w czasie realnym.	3
La3	Detekcja fluorometryczna DNA w mikro skali.	3
La4	Mikroczip cieczowy z pięcioma mikrozaworami i detektorem konduktometrycznym on-chip, o otwartej architekturze działania. Badanie wstrzykiwania i mieszania piko i nano objętości w układach	3

	typu T, Y z wykorzystaniem systemu wizualizacji.	
La5	Przepływ i mieszanie cieczy w mikro skali.	3
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacją i dyskusją  
 N2. Konsultacje  
 N3. Kartkówki na początku ćwiczeń, dyskusje  
 N4. Sprawozdania z ćwiczeń

### 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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01 PEU_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
F3		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Nam-Trung Nguyen, Steven T. Wereley, Fundamentals and applications of Microfluidics, Artech House, 2002

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Jan A. Dziuban, Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowoszlanych w technice mikrosystemów, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 2004

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

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

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mikrosystemy ceramiczne****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Ceramic Microsystems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009282****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	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 kontaktu (BK)	1,2			1,4	

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

1. Ukończenie kursu Technologie mikro-nano
2. Znajomość podstaw fizyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami zachodzącymi w czujnikach, przetwornikach i mikrosystemach
- C2 Zapoznanie się z możliwościami technologii grubowarstwowej i LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) w zakresie wykonywania mikrosystemów ceramicznych
- C3 Zdobycie umiejętności w zakresie projektowania czujników ceramicznych
- C4 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie
- C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu technologii mikrosystemów ceramicznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę związaną z konstrukcją, zasadami działania, właściwościami i zastosowaniem czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC (Low Temperature Cofired Ceramic); zna kierunki rozwoju mikrosystemów LTCC



Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC
PEU_U02	Potrafi zaprojektować wybrane czujniki, akulatory i mikrosystemy ceramiczne. Potrafi opracować założenia dot. konstrukcji wybranych przyrządów oraz opracować algorytm technologii wykonania struktury
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumie potrzebę ustawicznego kształcenia się, rozumie zasadę działania elementów sensorowych, z których korzysta oraz rozumie konieczność stosowania sensorów, w celu poprawy bezpieczeństwa człowieka, szybszej diagnostyki medycznej oraz kontroli stanu środowiska

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Czujniki – definicje, klasyfikacja, zastosowanie. Podstawy zjawisk zachodzących w czujnikach, przetwornikach i mikrosystemach	2
Wy2	Podstawy technologii grubowarstwowej.	2
Wy3	Podstawy technologii LTCC.	2
Wy4	Wykonywanie elementów biernych LTCC. Montaż dyskretnych elementów elektronicznych na podłożach z ceramiki LTCC. Kontrola skurczu ceramiki LTCC	2
Wy5	Materiały i procesy wykorzystywane do wytwarzania mikrosystemów grubowarstwowych i LTCC	2
Wy6	Wykonywanie struktur przestrzennych w podłożach LTCC	2
Wy7	Łączenie LTCC z innymi materiałami	2
Wy8	Czujniki fizyczne. Czujniki temperatury, radiacji i przepływu -zasada pracy, konstrukcja, właściwości i zastosowanie	2
Wy9	Czujniki i przetworniki mechaniczne. Efekty piezo rezystywny, magnetorezystywny i piezoelektryczny. Czujniki ciśnienia, siły i przemieszczenia	2
Wy10	LTCC – czujniki, mikrosystemy. Układy grzejne. Układy chłodzące. Ogniwa paliwowe.	2
Wy11	Podstawy mikrofluidyki	2
Wy12	Mikrosystemy przepływowe wykonane techniką LTCC. Mikrozawory/pompy. Mikromieszalniki.	2
Wy13	Mikrosystemy przepływowe wykonane techniką LTCC. Mikroreaktory. Moduły detekcyjne.	2
Wy14	Generatory zimnej plazmy wykonane techniką LTCC	2
Wy15	Układy mikrofalowo-mikroprzepływowe wykonane techniką LTCC	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Ćwiczenie wprowadzające	1
Pr2	Reguły projektowania mikrosystemów ceramicznych	2
Pr3	Prezentacja wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych	2

Pr4	Prezentacja wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych	2
Pr5	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – wykonanie projektu poszczególnych warstw	2
Pr6	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – wykonanie projektu sit	2
Pr7	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – opracowanie planu procesu technologicznego	2
Pr8	Obrona projektów	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny  
 N2. Konsultacje  
 N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N5. Praca własna – przygotowanie do wykładu  
 N6. Praca własna – przygotowanie do projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01 PEU_U01	Dyskusje, egzamin
P2 = F2 (ćwiczenia)	PEU_U02 PEU_K01	Dyskusje, sprawozdania

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J.W. Gardner, Microsensors, Wiley, 1994
- [2] M. Prudenziati, Thick film sensors, Elsevier, 1994
- [3] L. Golonka, Zastosowanie ceramiki LTCC w mikroelektronice, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2001
- [4] L. Golonka, K. Malecha, Ceramic microsystems, Printpap, 2011

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Czasopisma naukowe: Sensors and Actuators, Microelectronic Engineering, J. Micromech. Microeng.
- [2] Materiały konferencyjne: Conf. Eurosensors, Conf. COE, Conf. IMAPS USA, IMAPS Poland Chapter

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

**dr hab. inż. Karol Malecha, prof. uczelni; e-mail: karol.malecha@pwr.edu.pl**

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Postępy elektroniki i mikrosystemów****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Achievements in electronics and microsystems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009283****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					Z
Liczba punktów ECTS					2
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1,4

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

1. Podstawowa wiedza na temat elektroniki i mikrosystemów
2. Umiejętność wyszukiwania informacji
3. Umiejętność tworzenia prezentacji multimedialnych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobyć i ugruntować wiedzę na temat osiągnięć współczesnej elektroniki użytkowej oraz przemysłowej: mikroelektronika, elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy
- C02 Student powinien po kursie dysponować wiedzą o najnowszych zastosowaniach elektroniki
- C03 Zdobyć i utrwalenie przez studentów umiejętności wyszukiwania informacji na zadany temat
- C04 Zdobyć i utrwalenie umiejętności sporządzania prezentacji multimedialnych, przygotowania do wystąpień publicznych oraz umiejętności formułowania opracowań na piśmie
- C05 Umiejętność brania udziału w dyskusji na forum publicznym

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat aktualnych osiągnięć elektroniki użytkowej i przemysłowej: mikroelektronika, elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy w tym: MEMS i MOEMS; posiada wiedzę o najnowszych zastosowaniach elektroniki

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań (układów, systemów elektroniki użytkowej i przemysłowej) o charakterze innowacyjnym

PEU\_U02 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie

PEU\_U03 Potrafi wykonać prezentację multimedialną i wygłosić za jej pomocą komunikat oraz przygotować opracowanie pisemne

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, m.in. poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć studiowanego kierunku i innych aspektów działalności inżyniera elektronika, w sposób powszechnie zrozumiały z uwzględnieniem różnych punktów widzenia

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Seminarium		Liczba godzin
Se_01	Wprowadzenie do kursu, przydzielenie zagadnień do opracowania	2
Se_02	Zasady poprawnego pisania tekstów technicznych oraz przygotowywania prezentacji multimedialnych	2
Se_03	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_04	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_05	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_06	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_07	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_08	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_09	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_10	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_11	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_12	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_13	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_14	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_15	Zaliczenia	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Prezentacja wybranych zagadnień i dyskusja
ND_02	Praca własna – samodzielne studia i wyszukiwanie materiałów
ND_03	Praca własna – przygotowanie prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień
ND_04	Praca własna – przygotowanie opracowania pisemnego prezentowanego zagadnienia
ND_05	Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_U01, PEU_U02	Ocena zawartości merytorycznej prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego
F2	PEU_U03	Ocena prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego od strony technicznej
F3	PEU_W01	Ocena dyskusji

P1 (seminarium) = 0,5\*F1 + 0,25\*F2 + 0,25\*F3

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Aktualna literatura branżowa, dane katalogowe, Internet, opracowania naukowe

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Ryszard Korbutowicz, prof. uczelni, e-mail: ryszard.korbutowicz@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Seminarium dyplomowe****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Diploma seminar****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009286****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 kontaktu (BK)					1,4

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

1. Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału

**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 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedze z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, współdziałać i pracować w grupie

<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 tworzenia 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	30

<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 (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	PEU_W01, PEU_K01	Kontrola aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2	PEU_U01	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3	PEU_U01	Ocena prezentacji postępów w pracy dyplomowej
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	Średnia ocen

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Regulamin Studiów w Politechnice Wrocławskiej, Oficyna PWr
[2] Materiały z wykładów, Publikacje z zakresu realizowanej pracy dyplomowej
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>dr inż. Tomasz Grzebyk; e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl</b>

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Praca dyplomowa magisterska****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: MSc Diploma thesis****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: Obowiązkowy****Kod przedmiotu: ETD009287****Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				180	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				600	
Forma zaliczenia				zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				20	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				20	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				14	

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

1. Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk ścisłych
- C2 Napisanie przez studenta Pracy dyplomowej(jako dzieła) i przedstawienie prezentacji ustnej dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja, na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych
- C3 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole
- C4 Udział studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych, związanych ze studiowanym kierunkiem Elektronika i Telekomunikacja i specjalnością Mikrosystemy

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zrealizował pracę dyplomową w oparciu o zdobytą w czasie studiów wiedzę właściwą dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi tworzyć teksty techniczne (Praca dyplomowa) i prezentacje



multimedialne z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi pracować samodzielnie oraz współdziałać w grupie, przyjmując w niej różne role

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zgromadzenie literatury przedmiotu i zapoznanie się z nią	30
Pr2	Prace własne – interpretacja oraz krytyczna ocena uzyskanych wyników	90
Pr3	Napisanie pracy dyplomowej jako dzieła	60
	Suma godzin	180

### 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	PEU_W01	Sprawdzenie stopnia realizacji pracy dyplomowej
F2	PEU_U01	Recenzje Pracy dyplomowej jako dzieła
F3	PEU_K01	Kontrola osiągnięcia kolejnych celów badawczych realizowanych samodzielnie i w zespołach badawczych
$P = 0,4 * F1 + 0,4 * F2 + 0,2 * F3$	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	Średnia ocen

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

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

**dr inż. Tomasz Grzebyk**; e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Sensory</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Sensors</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Mikrosystemy</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b> / <b>Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b> / <b>Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009290</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	2		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		1,4		

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

1. Znajomość podstaw optyki geometrycznej i falowej
2. Znajomość podstaw chemii
3. Znajomość podstaw fizyki
4. Ukończenie kursów: Światłowody I i Światłowody II
5. Ukończenie kursu z Inżynierii Materiałowej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie wiedzy o światłowodowych systemach czujnikowych stosowanych w pomiarach wybranych wielkości fizycznych i chemicznych
- C02 Zdobycie wiedzy o konstrukcjach czujników chemicznych, biochemicznych i nosach elektrochemicznych
- C03 Zdobycie wiedzy o zasadach działania, konstrukcjach i technologiach wytwarzania czujników mikroelektronicznych
- C04 Zdobycie umiejętności analizy konstrukcji i charakterystyk czujników mikroelektronicznych
- C05 Udział w badaniach parametrów czujników opracowywanych na Wydziale

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma wiedzę w zakresie technologii, konstrukcji i zasad działania mikroelektronicznych, optycznych, chemicznych czujników wielkości fizycznych i chemicznych

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi zaprojektować, przeprowadzić analizę charakterystyk przetwarzania oraz określić parametry czujników wskazanych wielkości fizycznych i chemicznych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Rozumie potrzebę stosowania sensorów w celu poprawy bezpieczeństwa i szybkości diagnozy w różnych dziedzinach techniki

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Charakterystyka systemów pomiarowych: klasyfikacja, elementy czynne i bierne światłowodowych układów czujnikowych	2
Wy_02	Czujniki światłowodowe z modulacją amplitudy fali świetlnej	2
Wy_03	Interferometry światłowodowe	2
Wy_04	Czujniki światłowodowe z modulacją polaryzacji	2
Wy_05	Czujniki światłowodowe z modulacją długości fali świetlnej	2
Wy_06	Światłowodowe siatki Bragga i ich zastosowania w układach czujnikowych (do pomiarów temperatur i naprężeń)	2
Wy_07	Zastosowania czujników światłowodowych w medycynie	1
Wy_08	Światłowodowe systemy czujnikowe stosowane w przemyśle chemicznym, energetyce i ochronie naturalnego środowiska	2
Wy_09	Właściwości fizykochemiczne wody i metody detekcji pary wodnej	2
Wy_10	Chemiczne czujniki gazów: materiały i konstrukcje	2
Wy_11	Procesy fizykochemiczne zachodzące w chemicznych czujnikach gazu	2
Wy_12	Rodzaje elektrolitów i elektrody odniesienia	2
Wy_13	Czujniki elektrochemiczne	3
Wy_14	Bioczujniki	2
Wy_15	Nosy elektroniczne	2
Wy_16	Rezystancyjne czujniki temperatury	2
Wy_17	Termopary metaliczne i półprzewodnikowe	2
Wy_18	Przetworniki do pomiaru wartości skutecznej (rms)	1
Wy_19	Czujniki do pomiaru promieniowania podczerwonego	2
Wy_20	Czujniki przepływu	2
Wy_21	Ciepłne czujniki ciśnienia	2
Wy_22	Warstwowe czujniki naprężeń	2
Wy_23	Ciepłne czujniki konduktometryczne	2
<b>Suma godzin</b>		<b>45</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		Liczba godzin
La_01	Odbiciowy czujnik przemieszczeń liniowych (głowica jedno- i wielowłóknowa)	3
La_02	Pomiar charakterystyk przetwarzania czujnika mikrougięciowego	3
La_03	Zastosowania światłowodowych siatek Bragga w układach czujnikowych	3
La_04	Charakteryzacja rezystancyjnych czujników gazu	3
La_05	Charakteryzacja czujników wilgotności (lub biosensorów)	3
La_06	Charakteryzacja czujników elektrochemicznych ze stałym elektrolitem	3
La_07	Czujniki temperatury	3
La_08	Czujniki przepływu	3
La_09	Czujniki promieniowania podczerwonego	3
La_10	Termin odróbczy	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami
ND_02	Kartkówki przed laboratorium
ND_03	Konsultacje dotyczące treści prezentowanych na wykładzie i wyników pomiarowych uzyskanych w czasie ćwiczeń laboratoryjnych
ND_04	Praca własna - przygotowanie do zajęć laboratoryjnych w tym pozytywnego napisania kartkówki i sprawnego przeprowadzenia pomiarów pod kierunkiem prowadzącego zajęcia
ND_05	Praca własna – samodzielne studia przygotowujące do egzaminu

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Dyskusje, konsultacje, egzamin
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Francis T. S. Yu, Shizhuo Yin, Marcel Dekker, Fiber Optic Sensors, Inc., 2002</li> <li>J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. one, Artech House , 1988</li> <li>J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: systems and applications, vol. two, Artech House, 1988</li> <li>L. Hozer, Półprzewodnikowe materiały ceramiczne z aktywnymi granicami ziaren, PWN, 1998</li> <li>P. Ciureanu, S. Middelhoek, Thin film resistive sensors, Inst. Of Physics Publ. , 1992</li> <li>W. Gopel, J. Hesse, J. N. Zemel, Sensors, VCH Publ. INC, New York , 1989</li> <li>W. Jakubowski, Przewodniki superjonowe, Właściwości fizyczne i zastosowania, WNT, 1988</li> <li>Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, 2006</li> </ol> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Materiały konferencyjne z krajowej konferencji Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne</li> <li>Materiały konferencyjne z międzynarodowej konferencji Euroensors</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b>prof. dr hab. inż. Helena Teterycz</b> , e-mail: helena.teterycz@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Systemy operacyjne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Operating Systems</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Mikrosystemy</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b> / <b>Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b> / <b>Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009291</b>
Grupa kursów:	<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		60		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Ukończony kurs: Informatyka lub Wprowadzenie do informatyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Opanowanie wiedzy teoretycznej w zakresie określonym w Wy\_01-Wy\_07  
C02 Zdobywanie umiejętności praktycznych poprzez realizację zadań laboratoryjnych La\_01-La\_07

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad działania i programowania systemów operacyjnych, w tym systemów wbudowanych

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi używać, konfigurować i programować aplikacje przeznaczone dla różnych systemów operacyjnych, w tym wbudowanych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie. Konfiguracja VirtualPC/VBOX. Przenośność kodów źródłowych ANSI C: aplikacja konsolowa w systemie Linux i Windows, standardowe wejście/wyjście w tych systemach	2
Wy_02	InterNiche lub MQX RTOS dla ColdFire: implementacja wielozadaniowości	2
Wy_03	Użycie wątków i aplikacja sterowana zdarzeniami w systemie Windows. Wybrane elementy podsystemu Win32	2
Wy_04	Podstawy Linuks. Zarządzanie prawami dostępu, skrypty powłoki, montowanie systemów plików	2
Wy_05	Zarządzanie procesami w systemie Linuks i międzyprocesowa wymiana danych	2
Wy_06	Przygotowanie i uruchomienie systemu Android dla zestawu uruchomieniowego	2
Wy_07	Wykonanie aplikacji dla systemu Android do sterowania wybranym urządzeniem lub modelem budynku inteligentnego	2
Wy_08	Termin odróbczy	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wprowadzenie do metod numerycznych i obliczeń inżynierskich z wykorzystaniem języka skryptowego Python	2
La_02	Błędy metod numerycznych - źródła i rodzaje	2
La_03	Różniczkowanie i całkowanie numeryczne	2
La_04	Równania i układy równań liniowych i nieliniowych	2
La_05	Interpolacja, aproksymacja i ekstrapolacja	2
La_06	Optymalizacja i planowanie eksperymentów	2
La_07	Równania różniczkowe	2
La_08	Projekt indywidualny / Zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Kartkówki weryfikujące opanowanie materiału wymaganego bieżącym programem zajęć
ND_03	Konsultacje
ND_04	Specjalistyczne oprogramowanie i elektroniczne zestawy uruchomieniowe
ND_05	Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_06	Praca własna - przygotowanie do laboratorium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Friesen, Geoff, Java: przygotowanie do programowania na platformę Android , Helion, 2012
2. Silberschatz, Abraham, Operating system concepts, John Wiley & Sons, 2010
3. Tanenbaum, Andrew S., Modern operating systems, Pearson Prentice Hall, 2009
4. Tanenbaum, Andrew S., Systemy operacyjne, Helion, 2010

#### Literatura uzupełniająca

1. Barry, Richard, Using the FreeRTOS real time kernel : ARM Cortex-M3 edition, Real Time Engineers, 2010

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Damian Radziewicz, e-mail: damian.radziewicz@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Application of analogue and digital integrated circuits****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009292****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 kontaktu (BK)	0,6			1,4	

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

1. Znajomość podstaw elektrotechniki i techniki analogowej
2. Znajomość zagadnień związanych z przyrządami półprzewodnikowymi

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi elektronicznymi układami liniowymi, nieliniowymi i przetwarzania danych budowanymi na bazie układów scalonych
- C2 Zapoznanie studentów z zasadami projektowania zaawansowanych układów elektronicznych
- C3 Wykształcenie umiejętności doboru elementów elektronicznych do zadanych wymagań technicznych i eksploatacyjnych
- C4 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych związanych z analogowymi i cyfrowymi układami elektronicznymi

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie budowy i działania analogowych i cyfrowych układów scalonych oraz ich zastosowań

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi zaprojektować układy elektroniczne odpowiedzialne za pomiar i przetwarzanie sygnałów czujnikowych, a w zależności od stopnia złożoności



<p>wykonać, uruchomić i zmierzyć właściwości użytkowe skonstruowanych układów analogowych i cyfrowych przeznaczonych do sterowania i pomiaru (detekcji)</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:</p> <p>PEU_K01 Potrafi określić priorytety służące realizacji określonego zadania inżynierskiego, którego celem ma być zaprojektowanie, ocena i pomiar właściwości układów elektronicznych; potrafi ocenić, jakie zadania mogą być samodzielnie lub zespołowo realizowane i pracuje w zespole</p>
---

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Właściwości i charakterystyki wzmacniaczy operacyjnych	2
Wy2	Układy liniowego i nieliniowego przetwarzania konstruowane na bazie wzmacniaczy operacyjnych	2
Wy3	Właściwości i charakterystyki wzmacniaczy instrumentacyjnych i wzmacniaczy różnicowych	2
Wy4	Układy przetworników sygnałów z fotodetektorów	2
Wy5	Źródła prądowe i napięciowe	2
Wy6	Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe - podstawowe charakterystyki użytkowe	2
Wy7	Układy wejściowe i wyjściowe dla przetworników analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zajęcia wprowadzające - sprawy organizacyjne, zasady realizacji zadań projektowych, zasady BHP, obsługa przyrządów, metody pomiarowe	2
Pr2	Omówienie listy tematów projektowych	2
Pr3	Dyskusja i omówienie wybranych zadań projektowych	2
Pr4	Dyskusja i ocena przyjętego schematu blokowego konstruowanego układu elektronicznego na bazie analogowych i cyfrowych układów elektronicznych	2
Pr5	Edycja i korekta schematu ideowego konstruowanego układu elektronicznego - Część pierwsza: zasilanie i elementy pasywne	2
Pr6	Edycja i korekta schematu ideowego konstruowanego układu elektronicznego - Część druga: elementy aktywne	2
Pr7	Analiza teoretyczna zaprojektowanego układu	2
Pr8	Symulacja zaprojektowanego układu	2
Pr9	Korekta założeń układu mechanicznego dla projektowanej konstrukcji	2
Pr10	Edycja i korekta płytki drukowanej zaprojektowanego układu elektronicznego - Część pierwsza: zasilanie i elementy pasywne	2
Pr11	Edycja i korekta płytki drukowanej zaprojektowanego układu elektronicznego - Część druga: zasilanie i elementy aktywne	2
Pr12	Trawienie płytki drukowanej wybranych bloków	2
Pr13	Montaż wybranych bloków zaprojektowanego układu	2
Pr14	Uruchomienie wybranych bloków i ich pomiary	2

Pr15	Prezentacja opracowanego projektu	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z dyskusją
- N2. Wykład multimedialny z dyskusją
- N3. Konsultacje
- N4. Praca własna - przygotowanie zadanych zagadnień do wykładu
- N5. Praca własna - przygotowanie do kolokwium
- N6. Praca własna - samodzielne studia w zakresie bieżących zagadnień projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Pisemne sprawozdanie

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Instrukcje laboratoryjne przygotowane przez zespół realizujący zadania dydaktyczne laboratorium układów elektronicznych WEMiF, 2007
- [2] J. Baranowski, G. Czajkowski, Układy analogowe nieliniowe i impulsowe, WNT, Warszawa, 2004
- [3] S. Kuta, Układy elektroniczne cz.1, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2000
- [4] M. Niedźwiecki, M. Rasiukiewicz, Nieliniowe elektroniczne układy analogowe, WNT, Warszawa, 1992

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Laboratorium układów elektronicznych cz.2, skrypt pod redakcją A. Prałata, Oficyna wydawnicza PWr
- [2] P. Górecki, Wzmacniacze operacyjne, Wydawnictwo BCT, 2004
- [3] P. Horowitz, W. Hill, Sztuka elektroniki, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 2009
- [4] S. Kuta, Elementy i układy elektroniczne cz.2, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2000

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

**prof. dr hab. inż. Teodor Gotszalk; e-mail: teodor.gotszalk@pwr.edu.pl**

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Elektronika polimerowa i molekularna</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Polymer and Molecular Electronics</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Mikrosystemy</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b> / <b>Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b> / <b>Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009293</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Z				
Liczba punktów ECTS	2				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2				

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

1. Zaliczone kursy: Technologie mikro- nano-, Optoelektronika I, Optoelektronika II

**CELE PRZEDMIOTU**

C01 Poznanie elementów biernych i przyrządów aktywnych elektroniki organicznej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy**

PEU\_W01 Posiada uporządkowaną wiedzę o podstawowych procesach technologicznych, charakterystycznych dla elektroniki polimerowej i molekularnej oraz o podstawowych materiałach, elementach biernych i przyrządach aktywnych elektroniki organicznej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Materiały organiczne - charakterystyka ogólna	2
Wy_02	Właściwości elektryczne materiałów polimerowych i molekularnych	2
Wy_03	Wybrane elementy teorii perkolacji	2
Wy_04	Kompozyty wypełniacz proszkowy/lepiszcze organiczne	2
Wy_05	Elementy bierne na bazie kompozytów wypełniacz proszkowy/lepiszcze organiczne	2
Wy_06	Kleje elektroniczne	2
Wy_07	Elementy czujnikowe na bazie kompozytów wypełniacz proszkowy/lepiszcze organiczne	2
Wy_08	Mechanizm transportu ładunku w materiałach mało- i wielkocząsteczkowych	2
Wy_09	Mechanizm rekombinacji par elektron-dziura. Absorpcja fotonów w materiałach mało- i wielkocząsteczkowych	1
Wy_10	Tranzystory organiczne	2
Wy_11	Emitery światła. Budowa przyrządu. Metody wytwarzania. Kolor emitowanego promieniowania. Materiały stosowane na katody i anody	2
Wy_12	Wyświetlacze. Budowa. Metody wytwarzania. Zastosowania	2
Wy_13	Detektory promieniowania. Budowa. Metody wytwarzania. Materiały stosowane na katody i anody. Ogniwa słoneczne	2
Wy_14	Pamięci organiczne, polimerowe i ferroelektropolimerowe	1
Wy_15	Czujniki chemiczne oparte na półprzewodnikach organicznych	2
Wy_16	Kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Praca własna - samodzielne studia literaturowe
ND_03	Praca własna - przygotowane się do kolokwium
ND_04	Konsultacje

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
PI = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>Literatura podstawowa</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Nano and molecular electronics handbook, ed. Lyshevski Sergey Edward, CRC Press, 2007</li> <li>Godlewski Jan, Wstęp do elektroniki molekularnej, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2008</li> <li>Harper, Charles A. (Editor), Electronic Packaging and Interconnection handbook, Mc Graw-Hill, 2000</li> <li>Klauk, Hagen (ed.), Organic Electronics. Materials, Manufacturing and Applications,, Wiley-VCH, Weinheim, 2006</li> <li>Müllen, Klaus, Scherf, Ullrich (eds.), Organic Light Emitting Devices. Synthesis, Properties and Applications, Wiley-VCH, Weinheim, December, 2005</li> <li>Petty Michael C., Molecular Electronics. From Principle to Practice, John Wiley &amp; Sons, Ltd, 2007</li> <li>Przygodzki W, Włochowicz A., Fizyka polimerów, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa, 2000</li> <li>Zallen Richard, Fizyka ciał amorficznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa, 1994</li> </ol>

**Literatura uzupełniająca**

1. Adamczyk Katarzyna, Organiczne emitery promieniowania, pr. dyplomowa, WPPT PWr, 2004
2. Dziejic Andrzej, Grubowarstwowe rezystywne mikrokompozyty polimerowo-węglowe, Oficyna Wydawnicza PWr, 2001
3. Pięda Marcin, Przyrządy elektroniki organicznej, Wydział Elektroniki PWr, praca dyplomowa, 2005

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**prof. dr hab. inż. Andrzej Dziejic**, e-mail: [andrzej.dziejic@pwr.edu.pl](mailto:andrzej.dziejic@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Elementy i układy optoelektroniczne II****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optoelectronic Elements and circuits II****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009381****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			Z	Z	
Liczba punktów ECTS			1	2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1	2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			0,7	1,4	

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

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
2. Ukończenie kursu Przyrządy półprzewodnikowe
3. Ukończenie kursu Optyka falowa ETD3076
4. Ukończenie kursu Podstawy elektroniki ciała stałego
5. Ukończenie kursu Optoelektronika
6. Ukończenie kursu Półprzewodniki, dielektryki, magnetyki
7. Ukończenie kursu Technologie mikro- nano- ETD4062

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z programem APSYS firmy Crosslight oraz projekt i symulacja pracy prostych elementów optoelektronicznych takich jak dioda p-i-n, MSM oraz LED, z objętościowymi i kwantowymi obszarami czynnymi
- C02 Utrwalanie umiejętności w zakresie projektowania prostych elementów optoelektronicznych oraz pracy w grupie
- C03 Współdziałanie studentów w prowadzeniu badań naukowych związanych z naukami technicznymi, w zakresie takich dyscyplin jak elektronika, inżynieria materiałowa, telekomunikacja

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu umiejętności**

- PEU\_U01 Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych

wyników

**Z zakresu kompetencji społecznych**

PEU\_K01 Potrafi zaplanować i opracować plan realizacji projektu, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		Liczba godzin
La_01	Laboratorium wprowadzające - przedstawienie tematów ćwiczeń laboratoryjnych oraz warunków zaliczeń kursu, omówienie i przypomnienie zagadnień poruszanych na poszczególnych laboratoriach, szkolenie BHP.	3
La_02	Pomiary widm fotoluminescencji niskowymiarowych struktur epitaksjalnych.	3
La_03	Pomiary kolorymetryczne źródeł światła – modułów RGBW LED.	3
La_04	Pomiary radiometryczne źródeł światła i rozsyłu strumienia świetlnego	3
La_05	Projekt kwantowej struktury półprzewodnikowej o zadanych właściwościach elektronowych.	3
<b>Suma godzin</b>		15

<b>Forma zajęć - Projekt</b>		Liczba godzin
Pr_01	Zajęcia wprowadzające - szkolenie BHP, omówienie warunków zaliczenia kursu, wprowadzenie do zajęć projektowych	2
Pr_02	Wprowadzenie do obsługi programów potrzebnych na kolejnych zajęciach (Linux, putty, WinSCP, APView)	2
Pr_03	Wprowadzenie do obsługi programu APSYS	2
Pr_04	Symulacja diody MSM	2
Pr_05	Symulacja diody PIN	2
Pr_06	Symulacja diody LED	2
Pr_07	Symulacja i opracowywanie wyników własnych projektów	18
<b>Suma godzin</b>		30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

ND\_01 Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie  
ND\_02 Projekt: opracowywanie sprawozdań z wyników symulacji komputerowych  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych  
ND\_05 Praca własna - przygotowanie do zajęć projektowych

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Kartkówki, sprawozdania
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Sprawozdania

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. B. Mroziewicz, M. Bugajski, Wł. Nakwaski, Lasery półprzewodnikowe, WNT, 1985
2. B. Ziętek, Optoelektronika, UMK, 2004
3. J. E. Midwinder, Y. L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995
4. J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT, 1984
5. J. Piotrowski, A. Rogalski, Półprzewodnikowe detektory podczerwieni, WNT, 1985
6. Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT, 2001

### Literatura uzupełniająca

1. A. Smoliński, Optoelektronika światłowodowa, WKŁ, 1985
2. G. Einarsson, Podstawy telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1998
3. J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN, 1997
4. J. Hennel, Podstawy elektroniki półprzewodnikowej, WNT, 1986
5. J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1997
6. K. Booth, S. Hill, Optoelektronika, WKŁ, 2001
7. M. Marciniak, Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998
8. R. Bacewicz, Optyka ciała stałego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1995

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Beata Ściana, e-mail: beata.sciana@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: MOEMS-y****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: MOEMS****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i Technika światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009383****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 kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Podstawy technologii mikrosystemów lub mikroinżynierii, bazowa wiedza na temat optoelektroniki i optyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Opanowanie wiedzy na temat mikrosystemów optycznych biernych i aktywnych mechanicznie
- C2 Przeprowadzenie własnych eksperymentów z wybranymi MEOMS-ami w skali laboratoryjnej
- C3 Udział studentów w badaniach naukowych w tematyce mikrosystemów optycznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma pogłębioną wiedzę na temat procesów wytwarzania mikrosystemów optycznych, ich parametrów konstrukcyjnych i użytkowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu i przygotować opracowanie wyników

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie przyjmując w niej różne role

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Zbieżność konstrukcji i technologii MEMS-MEOMS, klasyfikacja MEOMS-ów, pole zastosowania, klasyfikacja, 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	Ruchome komponenty mikro optyczne: lustra, przełączniki, mikro-optyka adaptacyjna, rzutniki DMD, mikroskopy konfokalne i SNOM on-chip, pamięć optyczno-mechaniczna	2
Wy4	Modulatory i filtry optyczne, mikro-spektrofotometri LIGA	2
Wy5	Mikro-czujniki wielkości fizycznych i chemicznych typu MEOMS, mikroczujniki w mikro-analizie. Mikro-czujniki fotometryczne VIS i NIR w chemii, biologii i medycynie	2
Wy6	Mikro-czujniki fluorometryczne: czynnik skali, chromofory, źródła światła zbudowanego i detektory, zastosowanie w DNA-chipach i metodzie ELISA i w instrumentach przenośnych	2
Wy7	Zintegrowany mikrozegar atomowy z wykorzystaniem zjawiska CPT, magnetometri i interferometri zintegrowane	2
Wy8	Podsumowanie oraz kolokwium	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wspomagane komputerowo modelowanie ugięcia membrany krzemowej	3
Ćw2	Optyczny światłowodowy miernik odległości jako precyzyjne narzędzie do pomiaru ugięcia membrany krzemowej	3
Ćw3	Pomiary spektrofotometryczne w świetle widzialnym VIS	3
Ćw4	Pomiary spektrofotometryczne w świetle podczerwonym NIR	3
Ćw5	Optyczny przełącznik światłowodowy MEMS	3
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z prezentacją i dyskusją
N2. Kartkówki na początku ćwiczeń
N3. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

#### **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>
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Dyskusje, kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] P. Rai-Choudhury, MEMS and MOEMS Technology and Applications, SPIE Press

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

<b>prof. dr hab. inż. Jan Dziuban, e-mail: <a href="mailto:jan.dziuban@pwr.edu.pl">jan.dziuban@pwr.edu.pl</a></b>
---

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Technika laserowa</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Laser Techniques</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Optoelektronika i technika światłowodowa</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009384</b>
Grupa kursów:	<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		60		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Fizyka 2
2. Analiza matematyczna 2
3. Umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy
4. Umiejętność pracy zespołowej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Wprowadzenie w rozszerzone zagadnienia związane z techniką laserową: praca impulsowa laserów, generacja wyższych harmonicznych, modulacja promieniowania laserowego, kontroli i stabilizacji częstotliwości promieniowania laserów
- C02 Wprowadzenie w zagadnienia związane z zastosowaniem techniki laserowej w przemyśle: zastosowania technologiczne (obróbka i mikroobróbka laserowa), metrologia optyczna, telekomunikacja optyczna, lasery w medycynie
- C03 Zdobywanie umiejętności prowadzenia eksperymentów z zakresu techniki laserowej
- C04 Umiejętność wykorzystania elementarnej aparatury wykorzystywanej w technice laserowej
- C05 Nauka samodzielnego interpretacji otrzymanych wyników

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki niezbędną do rozumienia zjawisk fizycznych w zakresie elektroniki

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Umie przeprowadzić eksperymenty z zakresu techniki laserowej. Korzysta ze sprzętu stosowanego w technice laserowej. Potrafi samodzielnie interpretować otrzymane wyniki

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wstęp. Modulacja i modulatory światła	3
Wy_02	Praca impulsowa laserów (modelocking, Q-switching), generacja wyższych harmonicznych	2
Wy_03	Stabilizacji częstotliwości promieniowania laserów	2
Wy_04	Metrologia laserowa (interferometria, wibrometria, dalmierze, holografia)	2
Wy_05	Technologiczne zastosowania laserów (obróbka i mikroobróbka laserowa)	2
Wy_06	Laserowe techniki generatywne (SLA - stereolitografia, DLMS, SLS i SLM - selektywne spiekanie i stapianie proszków)	1
Wy_07	Telekomunikacja optyczna	1
Wy_08	Zastosowania laserów w medycynie	1
Wy_09	Zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Zajęcia organizacyjne, szkolenie BHP	1
La_02	Impulsowy laser światłowodowy	2
La_03	Interferometry światłowodowe	2
La_04	Analiza stanu polaryzacji promieniowania laserowego	2
La_05	Analiza geometrii wiązek laserowych	2
La_06	Mikroobróbka laserowa 1 (system galwo z laserem światłowodowym)	2
La_07	Mikroobróbka laserowa 2 (ploterowy system z laserem CO <sub>2</sub> )	2
La_08	Termin odróbczy	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Sala wykładowa (kreda i tablica)  
ND\_02 Projektor, komputer z oprogramowaniem do prezentacji (np. PowerPoint)  
ND\_03 Laboratorium dobrze wyposażone w nowoczesny sprzęt laserowy  
ND\_04 Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych  
ND\_05 Zadawanie w trakcie laboratorium pytań problemowych do samodzielnego rozwiązania w trakcie trwania laboratorium  
ND\_06 Samodzielne studiowanie wybranych fragmentów programu  
ND\_07 Praca samodzielna

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Test pisemny
P2 = F2 (lab)	PEU_U01	Ocena z przygotowania do laboratorium oraz za opracowanie wyników

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **Literatura podstawowa**

1. B. Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń, 2011
2. F. Träger, Handbook of Lasers and Optics, Springer, 2007
3. K. Shimoda, Wstęp do fizyki laserów, PWN, Warszawa, 1993
4. F. Kaczmarek, Wstęp do fizyki laserów, PWN, Warszawa, 1978

#### **Literatura uzupełniająca**

1. J.F Ready, Industrial Applications of Lasers 2nd ed., Academic Press, San Diego, 1997
2. A. Kujawiński, P. Szczepański, Lasery. Fizyczne podstawy, Oficyna Wydawnicza PW, 1999

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**prof. dr hab. inż. Krzysztof Abramski**, e-mail: [krzysztof.abramski@pwr.edu.pl](mailto:krzysztof.abramski@pwr.edu.pl)

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Telekomunikacja światłowodowa</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Fiber Optics Telecommunication</b>	
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>	
Specjalność:	<b>Optoelektronika i technika światłowodowa</b>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>	<b>/ Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009385</b>	
Grupa kursów:	<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	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Nabycie podstawowej wiedzy dotyczącej optycznych sieci transportowych, uwzględniającej ich architekturę, funkcjonowanie, elementy i protokoły komunikacyjne
- C02 Nabycie podstawowej wiedzy dotyczącej optycznych sieci dostępowych, uwzględniającej ich architekturę, funkcjonowanie, elementy i protokoły komunikacyjne
- C03 Zdobycie umiejętności analizowania struktur, urządzeń i protokołów optycznych sieci transportowych i dostępowych, stosowania przyrządów do pomiarów parametrów torów i urządzeń oraz do badania jakości transmisji
- C04 Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych związanych z optycznymi sieciami telekomunikacyjnymi

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU_W01	Nabycie wiedzy o aktualnym stanie rozwoju oraz o trendach rozwojowych w zakresie optycznych sieci telekomunikacyjnych
PEU_W02	Zna funkcje, możliwości i struktury optycznych sieci transportowych
PEU_W03	Zna funkcje, możliwości i struktury optycznych sieci dostępowych
PEU_W04	Jest w stanie zaproponować strukturę optycznej sieci transportowej i dostępowej dla konkretnych wymagań

### Z zakresu umiejętności

PEU_U01	Potrafi stosować podstawowe przyrządy do pomiaru parametrów urządzeń i tworzyć podstawowe struktury optycznych sieci transportowych i dostępowych
PEU_U02	Potrafi analizować struktury i protokoły optycznych sieci transportowych i dostępowych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do systemów i sieci telekomunikacyjnych. Zwielenokrotnienie częstotliwościowe, czasowe i falowe	2
Wy_02	Systemy i sieci hierarchii plesjochronicznej PDH – podstawowe zasady	2
Wy_03	Systemy i sieci hierarchii synchronicznej SDH	4
Wy_04	Transportowe sieci optyczne – hierarchia OTH	2
Wy_05	Optyczne sieci dostępowe FITL (aktywne AON i pasywne PON)	2
Wy_06	Zasady projektowania i badania optycznych sieci telekomunikacyjnych	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Pomiary reflektometryczne linii światłowodowych	3
La_02	Badanie analogowego łącza optycznego	3
La_03	Badanie cyfrowego łącza sieci transportowej PDH	3
La_04	Badanie cyfrowego łącza sieci transportowej SDH	3
La_05	Badanie optycznej sieci dostępowej	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
ND_02	Materiały i instrukcje laboratoryjne
ND_03	Ćwiczenia praktyczne – konfiguracja urządzeń i testy funkcjonalne
ND_04	Konsultacje
ND_05	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_06	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01-PEU_W03	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_U02	Dyskusje, sprawozdania z laboratorium



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. S. Kula, Systemy teletransmisyjne, WKiŁ, Warszawa, 2004
2. S. Kula, Systemy i sieci dostępne xDSL, WKiŁ, Warszawa, 2009
3. K. Perlicki, Systemy transmisji optycznej WDM, WKiŁ, Warszawa, 2007

### Literatura uzupełniająca

1. U. Black, Optical Networks Third Generation Transport Systems, Prentice Hall PTR, 2002
2. D. Derickson, Fiber Optic Test and Measurement, Prentice Hall PTR, 1998

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Łukasz Sójka, e-mail: lukasz.sojka@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Miernictwo optoelektroniczne****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optoelectronic Metrology****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i Technika Światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009386****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 kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstaw miernictwa optoelektronicznego oraz budowy i zasady działania układów pomiarowych
- C2 Nabycie umiejętności wykonywania podstawowych pomiarów parametrów elementów optoelektronicznych, wielkości fizycznych i mechanicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C3 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do prowadzenia pomiarów optoelektronicznych
- C4 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych dotyczących miernictwa optoelektronicznego
- C5 Wykształcenie umiejętności posługiwania się technikami pomiarowymi z zakresu optoelektroniki do prowadzenia prac naukowo-badawczych
- C6 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych związanych z miernictwem optoelektronicznym

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Poznanie i rozumienie podstawowych pojęć z zakresu miernictwa optoelektronicznego, technik pomiarowych oraz obszarów zastosowań miernictwa optoelektronicznego

Z zakresu umiejętności:  
 PEU\_U01 Umiejętność samodzielnego zestawiania podstawowych układów pomiarowych oraz doboru techniki i potrzebnych danych do wykonania zadania pomiarowego

Z zakresu kompetencji społecznych:  
 PEU\_K01 Rozwinięcie umiejętności działania w grupie, przy jednoczesnym braniu odpowiedzialności za wyniki własnych działań

<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: Podstawowe definicje w miernictwie optoelektronicznym	2
Wy2	Podstawowe elementy optoelektroniczne systemów pomiarowych. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy3	Przegląd optoelektronicznych układów i systemów pomiarowych. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy4	Interferometria laserowa : zasada działania, komponenty systemu, zastosowania. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy5	Optyczne metody pomiaru grubości warstw. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy6	Optyczne metody pomiaru chropowatości powierzchni. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy7	Optyczne liniały pomiarowe i cyfrowe czytniki położenia. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy8	Podsumowanie wykładu. Perspektywy rozwoju technik miernictwa optoelektronicznego. Sprawdzian wiedzy (kolokwium)	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Pomiary charakterystyk transmisji dla różnych warstw cienkich, powłok optycznych(np. warstwy antyrefleksyjne, odbiciowe) oraz gotowych elementów optycznych (np. filtry) w różnych konfiguracjach pomiarowych; Wyznaczanie szerokości optycznej przerwy zabronionej dla wybranych powłok	3
La2	Pomiary charakterystyk odbicia dla różnych warstw cienkich, powłok optycznych (np. warstwy antyrefleksyjne, odbiciowe) oraz gotowych elementów optycznych (np. filtry) w różnych konfiguracjach pomiarowych; Wyznaczanie grubości warstw na podstawie pomiarów odbiciowych	3
La3	Laserowy pomiar średnicy włókien metodą dyfrakcyjną	3
La4	Badanie parametrów metrologicznych lasera He-Ne	3
La5	Badanie parametrów elektrycznych, optycznych i termicznych lasera półprzewodnikowego	3
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami
- N2. Materiały do wykładu i laboratorium on-line
- N3. Laboratorium: 15-minutowe sprawdziany z przygotowania do zajęć
- N4. Realizacja zadań laboratoryjnych pod nadzorem prowadzącego
- N5. Praca własna: przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
- N6. Praca własna: przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
- N7. 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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Ocena z wykonania zadania laboratoryjnego i sprawdzianu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Handbook of Optical Metrology. Principles and Applications, ed. by Toru Yoshizawa, CRC Press, 2009
- [2] B. Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń , 2004
- [3] J.E. Midwinter, Y.L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ , 1995
- [4] J.Piprek, Optoelectronic Devices, Springer-Verlag, 2005
- [5] K.Booth, Optoelektronika, WKŁ , 2001
- [6] M. Rusin, Wizyjne przetworniki optoelektroniczne, WKŁ, 1990
- [7] M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej, (Cykl wydawniczy: „Fizyka dla przemysłu”), WNT, 1992
- [8] Praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Helsztyńskiego, Laboratorium podstaw optoelektroniki i miernictwa optoelektronicznego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003
- [9] Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, Tom IV , PWN, 1983

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Czasopisma: Elektronika praktyczna, Elektronizacja, Przegląd Telekomunikacyjny itp. oraz katalogi branżowe, 2012
- [2] G.C.Righini, A.Tajani, A.Cutolo, An Introduction to Optoelectronic Sensors, World Scientific Pub (London, Singapore, Taipei), 2009

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

**dr inż. Jacek Radojewski**, e-mail: jacek.radojewski@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody symulacji komputerowej w fotonice****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Computer Simulations in Photonics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny, wydziałowy****Kod przedmiotu: ETD009387****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 kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
2. Znajomość zasad działania przyrządów półprzewodnikowych w zakresie kursu Przyrządy półprzewodnikowe
3. Znajomość podstaw optyki falowej w zakresie kursu Optyka falowa
4. Wiedza w zakresie elektroniki ciała stałego w zakresie kursu Podstawy elektroniki ciała stałego
5. Znajomość podstaw optoelektroniki w zakresie kursu Optoelektronika

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Ugruntowanie i praktyczne wykorzystanie wiedzy z zakresu pracy elementów i przyrządów optoelektronicznych
- C02 Zdobycie umiejętności wykorzystania prostych programów symulacyjnych w procesie projektowania przyrządów, sieci i układów fotonicznych
- C03 Pogłębienie wiedzy z zakresu zjawisk optycznych zachodzących w półprzewodnikowych emiterach, detektorach promieniowania oraz ogniwach słonecznych oraz wpływu parametrów konstrukcyjnomateriałowych oraz stosowanych modeli elektrycznych, optycznych i termicznych w programie do modelowania struktur optoelektronicznych na parametry użytkowe w/w elementów
- C04 Doskonalenie umiejętności pracy w grupie oraz interpretacji, prezentacji i dokumentacji

wyników modelowania komputerowego przy realizacji zadania o charakterze projektowym

C05 Zdobyć umiejętności projektowania sieci komputerowych za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie wybranego programu do modelowania sieci komputerowych)

C06 Zdobyć umiejętności modelowania przyrządów i systemów fotoniki za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie wybranego programu do modelowania łączy optycznych)

C07 Zdobyć umiejętności stosowania oprogramowania do modelowania urządzeń i zjawisk fotoniki w pracy naukowej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji, ma podstawową wiedzę w zakresie algorytmów wykorzystywanych w aplikacjach służących do modelowania układów i systemów fotoniki, zna i rozumie zaawansowane metody numeryczne stosowane w projektowaniu układów i systemów elektronicznych i fonicznych

Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne (w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując) do analizy i projektowania elementów, układów i systemów elektronicznych i fonicznych z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wykład wprowadzający: definicja fotoniki, podstawowe wymagania stawiane współczesnym programom symulującym pracę przyrządów optoelektronicznych	2
Wy2	Przypomnienie wiadomości na temat symulatorów optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych poznanych na wcześniejszych etapach kształcenia, pogłębienie wiedzy z zakresu modelowania zjawisk optycznych, elektrycznych i termicznych w przyrządach optoelektronicznych	2
Wy3	Omówienie wpływu parametrów konstrukcyjno-materiałowych i stosowanych modeli matematycznych na wyniki symulacji charakterystyk użytkowych przykładowych struktur optoelektronicznych	3
Wy4	Zasady modelowania złożonych układów i systemów fotoniki	2
Wy5	Prezentacja narzędzia CAD do modelowania układów i systemów fotoniki	2
Wy6	Zasady modelowania sieci komputerowych	2
Wy7	Prezentacja narzędzia CAD do modelowania sieci komputerowych	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Laboratorium wprowadzające - omówienie warunków zaliczenia kursu, szkolenie BHP; omówienie zagadnień związanych z wybranym programem do symulacji struktur optoelektronicznych; wybór zagadnienia projektowego	2
La2	Praca nad zagadnieniem projektowym, symulacje charakterystyk użytkowych wybranych struktur optoelektronicznych	2
La3	Analiza wpływu parametrów konstrukcyjno-materiałowych i stosowanych modeli matematycznych na wyniki symulacji charakterystyk użytkowych	2
La4	Opracowanie otrzymanych wyników symulacji w formie pisemnej	2
La5	Projektowanie przykładowego układu optoelektroniki za pomocą narzędzie CAD	2
La6	Opracowanie i analiza wyników projektowania urządzenia optoelektronicznego za pomocą narzędzia CAD	2
La7	Zaprojektowanie i analiza prostej sieci komputerowej za pomocą specjalizowanego narzędzia CAD	3
	Suma godzin	<b>15</b>

### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją  
 N2. Symulacje komputerowe z wykorzystaniem wybranego programu do modelowania struktur optoelektronicznych  
 N3. Opracowywanie wyników symulacji komputerowych w formie pisemnej  
 N4. Konsultacje  
 N5. Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do realizacji zadania projektowego

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

<b>Oceny</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Diskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (laboratorium)	PEU_U01, PEU_K01,	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] B. Mroziewicz, M. Bugajski, Wł. Nakwaski, Lasery półprzewodnikowe, WNT, 1985  
 [2] B. Ziętek, Optoelektronika, Wyd. UMK, 2004  
 [3] David W. Winston, Instrukcja programu SimWin, University of Colorado, 1995  
 [4] David Wells Winston, Physical simulation of optoelectronic semiconductor devices, praca doktorska, University of Colorado, 1996  
 [5] J. E. Midwinder, Y. L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995  
 [6] J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT, 1984  
 [7] Opracowanie zbiorowe, Instrukcja programu Opnet, Opnet, 2003  
 [8] Opracowanie zbiorowe, Instrukcja programu Optiperformer, Optiwave, 2012  
 [9] Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT, 2001

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

**dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl**

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Seminarium dyplomowe****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Diploma seminar****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i Technika Światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009389****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)					3
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					2,1

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

1. Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału

**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 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedze z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i Technika Światłowodowa

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i Technika Światłowodowa

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, współdziałać i pracować w grupie



<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 tworzenia 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 – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników	4
Se8	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
	Suma godzin	30

<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 (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 (seminarium)	PEK_W01 PEK_K01	Kontrola aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2 (seminarium)	PEK_U01	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3 (seminarium)	PEK_U01	Ocena prezentacji postępów w pracy dyplomowej
$P=0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$ (seminarium)	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Średnia ocen

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></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>
<b>dr hab. inż. Damian Wojcieszak, prof. uczelni, e-mail: damian.wojcieszak@pwr.edu.pl</b>

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Praca dyplomowa magisterska****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: MSc Diploma Thesis****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i Technika Światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009390****Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				180	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				600	
Forma zaliczenia				zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				20	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				20	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				14	

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

- Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk ścisłych
- C2 Napisanie przez studenta Pracy dyplomowej (jako dzieła) i przedstawienie prezentacji ustnej dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja, na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych
- C3 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole
- C4 Udział studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych, związanych ze studiowanym kierunkiem Elektronika i Telekomunikacja i specjalnością Optoelektronika i technika światłowodowa

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zrealizował pracę dyplomową w oparciu o zdobytą w czasie studiów wiedzę właściwą dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi tworzyć teksty techniczne (Praca dyplomowa) i prezentacje multimedialne

z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi pracować samodzielnie oraz współdziałać w grupie, przyjmując w niej różne role

### 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	

### 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	PEK_W01	Sprawdzenie stopnia realizacji pracy dyplomowej
F2	PEK_U01	Recenzje <i>Pracy dyplomowej</i> jako dzieła
F3	PEK_K01	Kontrola osiągnięcia kolejnych celów badawczych realizowanych samodzielnie i w zespołach badawczych
$P = 0,4 * F1 + 0,4 * F2 + 0,2 * F3$	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01	Średnia ocen

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

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

**dr hab. inż. Damian Wojcieszak, prof. uczelni, e-mail: damian.wojcieszak@pwr.edu.pl**

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Postępy elektroniki i fotoniki****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Achievements in electronics and photonics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009391****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					Z
Liczba punktów ECTS					2
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1,4

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

1. Podstawowa wiedza na temat elektroniki i optoelektroniki
2. Umiejętność wyszukiwania informacji
3. Umiejętność tworzenia prezentacji multimedialnych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobyć i ugruntować wiedzę na temat osiągnięć współczesnej elektroniki użytkowej oraz przemysłowej: mikroelektronika, optoelektronika (detektory i źródła światła, systemy laserowe itp.), elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy
- C02 Student powinien po kursie dysponować wiedzą o najnowszych zastosowaniach elektroniki
- C03 Zdobyć i utrwalenie przez studentów umiejętności wyszukiwania informacji na zadany temat
- C04 Zdobyć i utrwalenie umiejętności sporządzania prezentacji multimedialnych, przygotowania do wystąpień publicznych oraz umiejętności formułowania opracowań na piśmie
- C05 Umiejętność brania udziału w dyskusji na forum publicznym

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy**

PEU\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu wymaganego na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i Technika Światłowodowa

**Z zakresu umiejętności**

PEU\_U01 Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań (układów, systemów)

PEU_U02	elektroniki użytkowej i przemysłowej) o charakterze innowacyjnym Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
PEU_U03	Potrafi wykonać prezentację multimedialną i wygłosić za jej pomocą komunikat oraz przygotować opracowanie pisemne
<b><u>Z zakresu kompetencji społecznych</u></b>	
PEU_K01	Potrafi uczestniczyć w dyskusji na forum publicznym

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - Seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se_01	Wprowadzenie do kursu, przydzielenie zagadnień do opracowania	2
Se_02	Zasady poprawnego pisania tekstów technicznych oraz przygotowywania prezentacji multimedialnych	2
Se_03	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_04	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_05	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_06	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_07	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_08	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se_09	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_10	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_11	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_12	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_13	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_14	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se_15	Zaliczenia	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Prezentacja wybranych zagadnień i dyskusja
ND_02	Praca własna – samodzielne studia i wyszukiwanie materiałów
ND_03	Praca własna – przygotowanie prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień
ND_04	Praca własna – przygotowanie opracowania pisemnego prezentowanego zagadnienia
ND_05	Konsultacje

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_U01, PEU_U02	Ocena zawartości merytorycznej prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego
F2	PEU_U03	Ocena prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego od strony technicznej
F3	PEU_W01	Ocena dyskusji

$P1 \text{ (seminarium)} = 0,5 * F1 + 0,25 * F2 + 0,25 * F3$

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **Literatura podstawowa**

1. Aktualna literatura branżowa, dane katalogowe, Internet, opracowania naukowe

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**dr hab. inż. Ryszard Korbutowicz, prof. uczelni, e-mail: [ryszard.korbutowicz@pwr.edu.pl](mailto:ryszard.korbutowicz@pwr.edu.pl)**

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Czujniki światłowodowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Fiber Optic Sensors</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Optoelektronika i technika światłowodowa</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009392</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Znajomość zagadnień z zakresu fizyki, w tym optyki geometrycznej i falowej
2. Ukończenie kursu Światłowody I i Światłowody II)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie ze sposobami modulacji parametrów fali świetlnej
- C02 Pogłębienie wiedzy odnośnie zastosowania światłowodów włóknistych do budowy głowic czujnikowych i zastosowania elementów aktywnych w układach pomiarowych
- C03 Uporządkowanie wiedzy w zakresie projektowania i wykorzystania nowoczesnych światłowodowych systemów czujnikowych we współczesnej technice
- C04 Utrwalenie i rozwijanie umiejętności pracy w grupie
- C05 Udział w badaniach czujników światłowodowych opracowywanych na Wydziale

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie budowy, projektowania i zastosowania światłowodowych systemów pomiarowych we współczesnej technice i medycynie

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi wykorzystać poznane światłowodowe czujniki do pomiaru i monitorowania wskazanych wielkości fizycznych i chemicznych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Rozumie skutki działalności inżynierskiej w efekcie przeprowadzania pomiarów przy zastosowaniu różnych technik pomiarowych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Charakterystyka światłowodowych systemów pomiarowych - kryteria klasyfikacji	2
Wy_02	Przegląd światłowodów stosowanych w układach czujnikowych (światłowodowy jedno- i wielodomowy, światłowodowy polaryzacyjny, światłowodowy polimerowy, światłowodowy fotoniczny)	2
Wy_03	Czynne i bierne elementy światłowodowych układów czujnikowych	2
Wy_04	Systemy demodulacji i czytania danych w światłowodowych systemach czujnikowych	2
Wy_05	Zjawiska fizyczne wykorzystywane do modulacji amplitudy fali świetlnej	2
Wy_06	Czujniki światłowodowe z modulacją amplitudy fali świetlnej	2
Wy_07	Interferometry światłowodowe	2
Wy_08	Czujniki światłowodowe z modulacją stanu polaryzacji	2
Wy_09	Czujniki światłowodowe z modulacją długości fali	2
Wy_10	Światłowodowe siatki Bragga i ich zastosowanie w układach czujnikowych (pomiar temperatury i naprężeń)	2
Wy_11	Zastosowanie światłowodów polimerowych w układach pomiarowych	2
Wy_12	Pomiary naprężeń mechanicznych przy pomocy czujników światłowodowych	2
Wy_13	Zastosowania czujników światłowodowych w medycynie	2
Wy_14	Światłowodowe systemy czujnikowe stosowane w przemyśle chemicznym i energetyce	2
Wy_15	Czujniki światłowodowe w ochronie naturalnego środowiska	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Ćwiczenie wprowadzające	3
La_02	Światłowodowy czujnik odbiciowy (głowica pomiarowa jedno- i wielowłókowa)	3
La_03	Czujnik mikrougięciowy z kształtką deformującą	3
La_04	Czujnik mikrougięciowy z głowicą typu twisted fiber	3
La_05	Światłowodowa siatka Bragga jako czujnik naprężeń	3
La_06	Światłowodowa siatka Bragga jako czujnik temperatury	3
La_07	Czujnik stanu polaryzacji	3
La_08	Światłowodowy czujnik przemieszczeń kątowych	3



La_09	Światłowodowe zabezpieczenia lukoochronne	3
La_10	Termin odróbczy	3
<b>Suma godzin</b>		30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład, prezentacje i dyskusje
ND_02	Konsultacje (dotyczą wykładu i laboratorium)

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Dyskusje, egzamin
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

- Francis T. S. Yu, Shizhuo Yin, Marcel Dekker, Fiber Optic Sensors, Inc., 2002
- J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: systems and applications, vol. two, Artech House, 1988
- J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. one, Artech House, 1988
- Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa, 2006

#### Literatura uzupełniająca

- Materiały konferencyjne z międzynarodowej konferencji Eurosensors
- Materiały konferencyjne z krajowej konferencji Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**dr inż. Anna Sankowska**, e-mail: [anna.sankowska@pwr.edu.pl](mailto:anna.sankowska@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Projektowanie urządzeń optoelektronicznych****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Design and Construction of Optoelectronic Circuits****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i Technika Światłowodowa****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009393****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 kontaktu (BK)	0,6			1,4	

**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 elementów optoelektronicznych
- C2 Nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C3 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i analizy układów elektronicznych
- C4 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych układów elektronicznych
- C5 Wstępne przygotowanie oraz współdziałanie studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych z zakresu optoelektroniki, a w szczególności nad zagadnieniem laserowych systemów detekcji ugięć mikroelektroniki krzemowych w mikroskopii bliskiego pola

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Poznanie i rozumienie obszarów zastosowań i charakterystyk układów optoelektronicznych oraz podstawowych pojęć z zakresu konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umiejętność doboru techniki i potrzebnych danych do wykonania zadania projektowego oraz samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozwinięcie umiejętności działania w grupie, przy jednoczesnym braniu odpowiedzialności za wyniki własnych działań

<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 optoelektroniczne w układach elektronicznych. Diody LED, typy, parametry i sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy3	Lasery półprzewodnikowe, typy, parametry i sterowanie. Detektory światła - typy, podstawowe konfiguracje przedwzmacniaczy. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy4	Czujniki optoelektroniczne - typy, konstrukcje, parametry, sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy5	Wyświetlacze alfanumeryczne i obrazowe. Typy, konstrukcje, parametry, sterowanie, zastosowanie. Optoizolatory - typy, parametry, zastosowania. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy6	Źródła światła i detektory światłowodowe telekomunikacyjne. Źródła światła i detektory do współpracy ze światłowodami plastikowymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy7	Przegląd układów elektronicznych z podzespołami optoelektronicznymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy8	Podsumowanie wykładu. Perspektywy rozwoju technik projektowania układów optoelektronicznych. Sprawdzian wiedzy (kolokwium)	1
	Suma godzin	15

<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 optoelektroniczny. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr3	Analiza danych katalogowych i przystosowanie zdobytych informacji do potrzeb projektu. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr4	Projekt układu optoelektronicznego spełniającego założenia techniczno-projektowe na podstawie dotychczasowej wiedzy i umiejętności. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr5	Projekt schematu elektrycznego dla przygotowywanego projektu. Symulacja działania podzespołów. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr6	Projekt obwodu drukowanego dla przygotowywanego projektu. Wykonanie wizualizacji płytek. Projekt rozmieszczenia urządzenia w	2

	obudowie. Projekt płyty czołowej. Ocena parametrów. Dyskusja wyników	
Pr7	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat	3
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 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

### 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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Ocena udziału merytorycznego w dyskusjach otwartych na zajęciach oraz ocena z wykonania zadania projektowego i jego prezentacji

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1999
- [2] J.E. Midwinter, Y.L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995
- [3] J.Piprek, Optoelectronic Devices, Springer-Verlag, 2005
- [4] K. Perlicki, Pomiar w optycznych systemach telekomunikacyjnych, WKŁ, 2006
- [5] K.Booth, Optoelektronika, WKŁ, 2001
- [6] M. Marciniak, Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998
- [7] M. Rusin, Wizyjne przetworniki optoelektroniczne, WKŁ, 2006
- [8] M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej?, (Cykl wydawniczy: Fizyka dla przemysłu), WNT, 1992
- [9] Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, tom IV - Optyka, PWN, 1983

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Czasopisma: Elektronika praktyczna, Elektronizacja, Przegląd Telekomunikacyjny itp. oraz katalogi branżowe, 2012
- [2] A.Bjarklev, S.Benedetto, A.Willner, Optical Fiber Communication Systems, Artech House, London, 1996
- [3] G.C.Righini, A.Tajani, A.Cutolo, An Introduction to Optoelectronic Sensors, World Scientific Pub (London, Singapore, Taipei), 2009
- [4] J. Siuzdak, Systemy i Sieci Fotoniczne, WKŁ, 2009
- [5] M.Karpierz, E.Weinert-Rączka, Nieliniowa optyka światłowodowa, WNT, 2009
- [6] Noe Reinhold, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer-Verlag, 2010
- [7] Paek Un-Chul, Oh Kyunghwan, Silica Optical Fiber Technology for Device and

Components, John Wiley, 2012

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

**dr inż. Jacek Radojewski**, e-mail: [jacek.radojewski@pwr.edu.pl](mailto:jacek.radojewski@pwr.edu.pl)

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Sieci światłowodowe</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optical-Fiber Networks</b>	
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>	
Specjalność:	<b>Optoelektronika i technika światłowodowa</b>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>	<b>/ Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009394</b>	
Grupa kursów:	<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	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			1	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			1	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			0,7	

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

1. Podstawowa wiedza o sieciach optycznych
2. Podstawowa wiedza o światłowodach

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Podsumowanie i uporządkowanie podstawowej wiedzy na temat światłowodów i sieci komputerowych
- C02 Zapoznanie studentów z podstawami działania sieci optycznych
- C03 Dostarczenie studentom wiedzy przydatnej do budowy sieci światłowodowych
- C04 Zapoznanie studentów z aktualnym stanem wiedzy w zakresie działania sieci optycznych
- C05 Dostarczenie studentom wiedzy i nabranie przez nich umiejętności przydatnych do projektowania sieci w zorganizowanych grupach
- C06 Zdobywanie wiedzy i umiejętności badawczych w zakresie projektowania i budowy sieci światłowodowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi dobierać i oceniać elementy światłowodowe i optoelektroniczne stosowane przy konstrukcji systemów fotoniki i sieci światłowodowych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Potrafi zaplanować i opracować plan realizacji projektu, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do sieci optycznych	2
Wy_02	Ethernet optyczny - 10M i 100M	2
Wy_03	Ethernet optyczny - 1G	2
Wy_04	Ethernet optyczny - 10G i więcej	2
Wy_05	Procedury projektowania i pomiarów sieci optycznych	2
Wy_06	WDM i optyczne sieci przyszłości	2
Wy_07	RAINBOW - przykład sieci całkowicie optycznej	2
Wy_08	Test końcowy	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Metodologia projektowania sieci optycznych	2
Pr_02	Określenie wymagań projektowych małej sieci LAN	2
Pr_03	Opracowanie map i planów lokalizacji sieci	2
Pr_04	Wybór i analiza światłowodowego sprzętu sieciowego	4
Pr_05	Opracowanie i wykonanie bilansu mocy optycznej dla zaprojektowanej sieci	2
Pr_06	Opracowanie ostatecznej wersji projektu	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją  
ND\_02 Wspomaganie wykładu metodami e-learningu  
ND\_03 Projekt: samodzielne opracowanie raportów z wyników pracy  
ND\_04 Projekt: samodzielne wyszukiwanie i analiza danych na temat elementów i przyrządów

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Konsultacje, sprawdziany, test końcowy
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Ocena całości projektu na podstawie ocen cząstkowych etapów

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Vademecum Teleinformatyka cz. I, IDG, 2004

#### Literatura uzupełniająca

1. Vademecum Teleinformatyka cz. III, IDG, 2004
2. Vademecum Teleinformatyka cz. II, IDG, 2002

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl



<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>MATEMATYKA</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>MATHEMATICS</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy)</b>	<b>Elektronika i Telekomunikacja</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 / ogólnouczelniany</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>MAT001437</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2	1,4			

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

1. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych.
2. Znajomość własności i zastosowań liczb zespolonych oraz macierzy.
3. Znajomość teorii i zastosowań szeregów liczbowych oraz szeregów potęgowych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z podstawowymi pojęciami dotyczącymi przestrzeni liniowych.
- C2 Zaprezentowanie podstawowych własności szeregów Fouriera i transformaty Fouriera.
- C3 Przedstawienie podstawowych pojęć, twierdzeń, metod i zastosowań dotyczących równań różniczkowych zwyczajnych z zastosowaniem do rozwiązywania równań pierwszego i drugiego rzędu oraz układów liniowych równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu.
- C4 Przedstawienie podstawowych pojęć, twierdzeń i metod dotyczących prostych równań różniczkowych cząstkowych oraz równań całkowych typu Volterra i Fredholma.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

- PEU\_W01 ma podstawową wiedzę z zakresu przestrzeni liniowej,
- PEU\_W02 ma podstawową wiedzę z zakresu szeregów Fouriera i transformaty Fouriera,
- PEU\_W03 ma podstawową wiedzę z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych ze szczególnym uwzględnieniem równań pierwszego i drugiego rzędu, oraz układów liniowych równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu,
- PEU\_W04 ma podstawową wiedzę z zakresu równań różniczkowych cząstkowych pierwszego i

drugiego rzędu oraz równań całkowych typu Volterra i Fredholma.

**Z zakresu umiejętności student**

- PEU\_U01 potrafi wyznaczać szeregi Fouriera i transformaty Fouriera podstawowych funkcji,  
 PEU\_U02 potrafi rozwiązywać równania pierwszego rzędu o zmiennych rozdzielonych, liniowe, jednorodne oraz Bernoulliego, drugiego rzędu sprowadzalne do równań rzędu pierwszego oraz równania o stałych współczynnikach, układy liniowe równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu metodami macierzowymi,  
 PEU\_U03 potrafi rozwiązywać proste równania różniczkowe cząstkowe oraz stosować metody iteracyjne do rozwiązywania równań całkowych typu Volterra i Fredholma.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

- PEU\_K01 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Przestrzeń liniowa skończenie wymiarowa i nieskończenie wymiarowa. Przykłady.	2
Wy2	Trygonometryczne szeregi Fouriera.	3
Wy3	Transformata Fouriera i jej podstawowe własności. Splot funkcji.	3
Wy4	Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego. Zagadnienie początkowe dla równania I-go rzędu. Pole kierunków. Twierdzenie Picarda o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego Cauchy'ego dla równania pierwszego rzędu.	2
Wy5	Równania różniczkowe liniowe pierwszego rzędu. Metoda czynnika całkującego. Równanie Bernoulliego. Krzywe ortogonalne.	3
Wy6	Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu. Zagadnienia początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych II-go rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu sprowadzalne do równań różniczkowych pierwszego rzędu.	3
Wy7	Równania różniczkowe zwyczajne liniowe drugiego rzędu jednorodne i niejednorodne. Metoda uzmienniania stałych.	2
Wy8	Układy jednorodne równań różniczkowych liniowych. Metoda Eulera.	2
Wy9	Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu. Całka równania liniowego jednorodnego. Równanie Clairauta. Równanie transportu.	3
Wy10	Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu. Równanie fali. Równanie ciepła. Równanie Laplace'a.	3
Wy11	Równania całkowe pierwszego i drugiego rodzaju, równania Fredholma i Volterra. Przykłady, równanie całkowe Abela. Równanie Fredholma z jądrem zdegenerowanym.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Analizowanie zagadnień związanych z pojęciami przestrzeni liniowej.	3
Ćw2	Wyznaczanie i badanie szeregów Fouriera.	3
Ćw3	Wyznaczanie transformaty Fouriera i splotów funkcji	2
Ćw4	Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego rzędu o zmiennych	4

	rozdzielonych, liniowych, jednorodnych oraz Bernoulliego. Zastosowania powyższych równań w technice.	
Ćw5	Rozwiązywanie równań różniczkowych drugiego rzędu i ich zastosowania w technice.	3
Ćw6	Rozwiązywanie układów liniowych równań różniczkowych.	3
Ćw7	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu.	3
Ćw8	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu.	3
Ćw9	Rozwiązywanie równań całkowych typu Volterra oraz Fredholma.	4
Ćw10	Kolokwia zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład – metoda tradycyjna lub z wykorzystaniem narzędzi multimedialnych.  
 N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.  
 N3 Konsultacje.  
 N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F(W)	PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F(C)	PEU_W01-PEU_W04	egzamin
P=F		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] W. Żakowski i W. Leksiński, Matematyka, Cz. IV, WNT, Warszawa 2002.
- [2] M. Gewert i Z. Skoczylas, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria, przykłady, zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2006.
- [3] F. Bierski, Funkcje zespolone – Szeregi Fouriera i przekształcenie Fouriera, przekształcenie całkowe Laplace'a, przekształcenie Laurenta, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 1999.
- [4] A. Piskorek, Równania całkowe. Elementy teorii i zastosowania, WNT, Warszawa, 1997.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Muszyński, A. D. Myszkis, Równania różniczkowe zwyczajne, PWN, Warszawa 1984.
- [2] A. Palczewski, Równania różniczkowe zwyczajne, WNT, Warszawa 2004.
- [3] A. N. Tichonow, A. A. Samarski, Równania fizyki matematycznej, PWN, Warszawa 1963.
- [4] K. T. Tang, Mathematical Methods for Engineerd and Scientis 2, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.
- [5] K. T. Tang, Mathematical Methods for Engineerd and Scientis 3, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.

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

Wydziałowa Komisja Programowa ds. Kursów Ogólnouczelnianych  
 dr inż. Tomasz Grzywny (tomasz.grzywny@pwr.edu.pl)  
 dr Monika Muszkietta (monika.muszkietta@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim: Statistics for EPM**  
**Nazwa w języku angielskim: Statistics for EPM**  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja**  
**Stopień studiów i forma: II / Stacjonarne**  
**Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / Wydziałowy**  
**Kod przedmiotu: ETD8081**  
**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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6	1,4			

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

1. Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa i analizy matematycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie roli metod statystycznych w działalności inżynierskiej oraz na temat metod zbierania danych statystycznych.
- C2. Nabycie wiedzy na temat metod analizy danych statystycznych z zastosowaniem takich narzędzi, jak statystyka opisowa, estymacja przedziałowa, testowanie hipotez, analiza wariancji, regresja liniowa.
- C3. Zaznajomienie z metodami statystycznego sterowania jakością.
- C4. Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów z zakresu zastosowania metod statystycznych
- C5. Utrwalanie świadomości studenta odnośnie potrzeby stosowania metod statystycznych w działalności inżynierskiej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada wiedzę z zakresu zbierania oraz prezentacji danych statystycznych, zna podstawowe metody analizy danych statystycznych,

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi samodzielnie dobrać i zastosować odpowiednie narzędzia do rozwiązywania wybranych problemów z zakresu statystycznej analizy danych, potrafi formułować wnioski na podstawie wykonanych analiz

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Dostrzega i rozumie aspekty związane ze zbieraniem, prezentacją danych w różnych dziedzinach praktyki inżynierskiej oraz konieczność stosowania metod statystycznych do ich opisu

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, zakres wykładu, warunki zaliczenia.	1
Wy2	Rozkłady prawdopodobieństwa.	2
Wy3	Rola statystyki w pracach inżynierskich.	1
Wy4	Statystyka Opisowa	3
Wy5	Estymacja punktowa i przedziałowa.	2
Wy6	Regresja liniowa i korelacja. Testowanie hipotez	3
Wy7	Statystyczna kontrola jakości.	2
Wy8	Sprawdzian pisemny	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Ćw1	Ćwiczenia wprowadzające, zakres ćwiczeń, zasady zaliczenia	1
Ćw2	Obliczanie zadań dotyczących zastosowania wybranych rozkładów prawdopodobieństwa	2
Ćw3	Obliczanie podstawowych parametrów statystycznych	2
Ćw4	Zastosowanie statystyki opisowej w analizie danych	3
Ćw5	Estymacja punktowa i przedziałowa – rozwiązywanie zadań	3
Ćw6	Regresja liniowa i korelacja - rozwiązywanie zadań	2
Ćw8	Zajęcia odrębne	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej i z dyskusją  
 N2. Konsultacje  
 N3. Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień  
 N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń  
 N5. Praca własna – samodzielne rozwiązywanie zadanych problemów podczas ćwiczeń  
 N6. Ćwiczenia: krótkie, 15-minutowe sprawdziany na początku 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
<b>Wykład</b> P1=F1	PEU_W01	Sprawdzian pisemny
<b>Ćwiczenia</b> F2	PEU_U01	oceny z kartkówek
<b>Ćwiczenia</b> F3	PEU_U01	oceny za samodzielnie rozwiązywane zadania

Ćwiczenia P2 = 0.5F2+0.5F3	PEU_U01	średnia ocen z kartkówek i rozwiązywania zadań
-------------------------------	---------	--

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Roman Nowak, Statystyka dla fizyków, PWN, 2002
- [2] R. Lyman Ott, Michael Longnecker, An introduction to statistical methods and data analysis, Brooks/Cole Cengage Learning, 6th, Ed., 2010

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Dr. Graham Currell, Dr. Antony Dowman, Essential Mathematics and Statistics for Science, 2nd Edition, Wiley, 2009
- S. J. Morrison, Statistics for Engineers: An Introduction, Wiley, 2009

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

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

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Numerical Methods****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Numerical Methods****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): n/d****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: ETD008082****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		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Znajomość podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw programowanie komputerowego – język C/C++ / Python
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi algorytmami i metodami numerycznymi stosowanymi w inżynierii w tym z ograniczeniami, wadami oraz zaletami technik numerycznych. Ponadto, zdobycie umiejętności posługiwania się skryptowym językiem programowania Python
- C2 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi
- C3 Przedmiot jest związany z badaniami w dziedzinie projektowania numerycznego
- C4 Stosowanie metod numerycznych do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich
- C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu metod projektowania numerycznego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podstawową, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod numerycznych stosowanych w inżynierii. Zakres wiedzy obejmuje analizę błędów, metody różniczkowania i całkowania numerycznego, rozwiązywania układów równań liniowych i nieliniowych, metody interpolacji i aproksymacji,

	algorytmy optymalizacji jedno- i wielokryterialnej oraz metody planowania eksperymentów
PEU_W02	Zna i rozumie podstawowe metody oraz narzędzia numeryczne służące do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi dobrać i zastosować w sposób praktyczny odpowiednie narzędzia, programy, metody i algorytmy numeryczne do rozwiązywania typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego w inżynierii. Ponadto, potrafi zinterpretować otrzymane wyniki oraz posłużyć się odpowiednimi metodami do weryfikacji wyników pomiarowych
PEU_U02	Potrafi planować eksperymenty i symulacje komputerowe oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
PEU_K02	Potrafi rozróżnić i rozumie techniczne i pozatechniczne aspekty współczesnej działalności inżynierskiej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do metod numerycznych oraz języka skryptowego Python	2
Wy2	Obliczenia numeryczne	2
Wy3	Numeryczne metody całkowania i różniczkowania	2
Wy4	Równania i układy równań liniowych i nieliniowych	2
Wy5	Metody interpolacji, aproksymacji i ekstrapolacji	2
Wy6	Optymalizacja oraz metody planowania i analizy wyników eksperymentów	2
Wy7	Numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do metod numerycznych i obliczeń inżynierskich z wykorzystaniem języka skryptowego Python	2
La2	Błędy metod numerycznych - źródła i rodzaje	2
La3	Różniczkowanie i całkowanie numeryczne	2
La4	Równania i układy równań liniowych i nieliniowych	2
La5	Interpolacja, aproksymacja i ekstrapolacja	2
La6	Optymalizacja i planowanie eksperymentów	2
La7	Równania różniczkowe	2
La8	Projekt indywidualny / Zaliczenie	1
	Suma godzin	15



### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 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

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P=F1+F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] FEYNMANN R.P., FEYNMANA WYKŁADY Z FIZYKI, TOM I I II, PWN, 1968
- [2] Janowski W., Matematyka, tom I II II,, PWN,, 1968
- [3] Volk W., Statystyka stosowana dla inżynierów, WNT, 1973

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] KREYSZIG E., ADVANCED ENGINEERING MATHEMATICS, JOHN WILEY AND SONS, 2006
- [2] Montgomery D., Design and analysis of experiments, John Wiley and Sons, 2005
- [3] Pang T., An introduction to computational physics, Cambridge University Press, 2006

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

**prof. dr hab. inż. Artur Wymysłowski, e-mail: artur.wymyslowski@pwr.edu.pl**

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Optimization Methods</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optimization Methods</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b> / <b>Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b> / <b>Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008083</b>
Grupa kursów:	<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	60			
Forma zaliczenia	Z	Z			
Liczba punktów ECTS	1	2			
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2			
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6	1,4			

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

1. Znajomość matematyki z zakresu analizy matematycznej i algebry liniowej
2. Ukończony kurs: Analiza matematyczna 1
3. Ukończony kurs: Algebra z geometrią analityczną

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznać studentów z podstawami metod optymalizacji
- C02 Zdobyć umiejętność rozwiązywania prostych problemów z zakresu optymalizacji przy wykorzystaniu różnych metod
- C03 Rozumieć potrzebę wykorzystania metod optymalizacji w praktyce inżynierskiej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma teoretyczną wiedzę i rozumie różne metody rozwiązywania problemów optymalizacyjnych, zarówno liniowych jak i nieliniowych

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi rozwiązywać proste problemy z zakresu optymalizacji przy wykorzystaniu różnych metod

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Rozumie potrzebę wykorzystania metod optymalizacji w działalności inżynierskiej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Ogólne zagadnienie programowania liniowego	2
Wy_02	Metoda simpleks	2
Wy_03	Metoda sztucznej bazy	2
Wy_04	Zagadnienie dualne	2
Wy_05	Programowanie nieliniowe - metody bezgradientowe	2
Wy_06	Metody gradientowe	2
Wy_07	Optymalizacja nieliniowa z ograniczeniami	2
Wy_08	Sprawdzian	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw_01	Rozwiązywanie zadań z zakresu rachunku macierzowego, metod rozwiązywania układów równań liniowych	2
Ćw_02	Rozwiązywanie zagadnień optymalizacji liniowej metodą graficzną	2
Ćw_03	Rozwiązywanie zagadnień optymalizacji liniowej metodą simpleks	2
Ćw_04	Rozwiązywanie problemów optymalizacji metodą sztucznej bazy	2
Ćw_05	Rozwiązywanie zadań optymalizacji nieliniowej metodami bezgradientowymi	2
Ćw_06	Rozwiązywanie zadań optymalizacji nieliniowej metodami gradientowymi	2
Ćw_07	Rozwiązywanie zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami	2
Ćw_08	Sprawdzian	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny  
ND\_02 Ćwiczenia - rozwiązywanie zagadnień z zakresu metod optymalizacji  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Praca własna- przygotowanie do wykładu  
ND\_05 Praca własna- przygotowanie do ćwiczeń przykładów i zadań  
ND\_06 Praca własna- samodzielne studia i przygotowanie do sprawdzianów

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (ćw)	PEU_U01, PEU_K01	Dyskusje, rozwiązywanie zadań, sprawdzian zaliczeniowy

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. K. Amborski, Podstawy metod optymalizacji, Ofic. Wyd. Pol. Warszawa, 2009
2. S.I. Gass, Programowanie liniowe, PWN, 1973

#### Literatura uzupełniająca

1. B. Martos, Programowanie nieliniowe, PWN, 1983

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Solid state electronics****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Solid state electronics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): n/d****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: ETD008084****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)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2				

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

1. Znajomość podstaw matematyki wyższej na poziomie umożliwiającym zrozumienie zagadnień z fizyki i elektroniki kwantowej
2. Ukończenie kursu fizyka I

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy w zakresie teoretycznego opisu stanów swobodnych i związanych elektronu w ciele stałym oraz teorii pasmowej
- C2 Poznanie podbudowanych teoretycznie zagadnień, dotyczących zjawisk fizycznych zachodzących w ciele stałym i możliwości ich zastosowania
- C3 Zapoznanie z obowiązującymi modelami budowy materii

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada wiedzę na temat teoretycznego opisu stanu elektronu w ciele stałym

PEU\_W02 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zjawisk zachodzących w ciele stałym

PEU\_W03 Zna i rozumie zasadę działania różnego rodzaju komputerów kwantowych

PEU\_W04 Posiada wiedzę z zakresu budowy materii według obowiązujących modeli

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Elektrony wewnątrz kryształu. Strefy Brillouina	2
Wy2	Model Kroniga - Penneya cz. 1	2
Wy3	Model Kroniga - Penneya cz. 2	2
Wy4	Zjawisko fotoelektronowe	2
Wy5	Zjawisko akustyczno-elektronowe	2
Wy6	Zjawisko piezoelektryczne	2
Wy7	Zjawisko nadprzewodnictwa	2
Wy8	Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe	2
Wy9	Spintronika	2
Wy10	Elektronika pojedynczego elektronu	2
Wy11	Komputery kwantowe cz. 1	2
Wy12	Komputery kwantowe cz. 2	2
Wy13	Budowa materii według Modelu Standardowego	2
Wy14	Teoria Higgsa	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i z dyskusją
N2. Praca własna studenta
N3. 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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01- PEU_W04	Sprawdzian pisemny

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Chih-Tang Sah, Fundamentals of solid-state electronics, World Scientific, London, 1991
[2] Tinkham M., Introduction to superconductivity, Dover Publications, Inc. Mineola, New York, 1996
[3] Levine S.N., Fizyka kwantowa w elektronice, PWN, W-wa 1968
[4] Ashcroft M., Mermin W., Fizyka ciała stałego, PWN, W-wa, 1986
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] Boncz-Brujewicz W., Kałasznikow S., Fizyka półprzewodników, PWN, W-wa, 1985
[2] Kittel C., Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, W-wa 1976
[3] Van der Ziel A., Podstawy fizyczne elektroniki ciała stałego, WTN, W-wa, 1980

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>prof. dr. hab. inż. Danuta Kaczmarek, e-mail: danuta.kaczmarek@pwr.edu.pl</b>

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Nanotechnology  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Nanotechnology  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i Telekomunikacja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** Electronics, Photonics, Microsystems  
**Poziom i forma studiów:** II stopień, stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy  
**Kod przedmiotu:** ETD008085  
**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 kontaktu (BK)	0,6				1,4

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

1. Znajomość podstaw fizyki i chemii
2. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
3. Ukończenie kursu *Przyrządy półprzewodnikowe II*
4. Ukończenie kursu *Elementy i układy elektroniczne*
5. Ukończenie kursu *Optoelektronika*

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przedstawienie NANOTECHNOLOGII jako nauki łączącej w sobie wiele dziedzin takich jak inżynieria materiałowa, chemia, fizyka, informatyka czy biologia, których połączenie umożliwia wytwarzanie zaawansowanych struktur także w życiu codziennym.
- C2 Zapoznanie studentów z korzyściami wykorzystywania nowych zjawisk czy unikalnych właściwości obiektów będących wynikiem zmniejszenia wymiarów.
- C3 Zapoznanie studentów z podstawami procesów i zjawisk fizykochemicznych wykorzystywanych w trakcie wytwarzania nanostruktur i nanoobiektów.
- C4 Przedstawienie konstrukcji elementów czy przyrządów molekularnych oraz omówienie wpływu struktury atomowej materiału na właściwości przyrządów (głównie przyrządów opto i elektronicznych).
- C5 Doskonalenie umiejętności wypowiedzi i dyskusji na tematy naukowe



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresie nauk i dziedzin (fizyka, chemia, biologia, informatyka, inżynieria materiałowa) niezbędną do zrozumienia istoty zjawisk/właściwości będących wynikiem zmniejszenia wymiarów a wykorzystywanych w nanotechnologii.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w zastosowaniach elektroniki kwantowej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Cechować go będzie otwartość na nowe innowacyjne rozwiązania, konstrukcje i procesy wytwórcze.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do Nanotechnologii. Definicja Nanotechnologii. Kierunki rozwoju i obszary zastosowań.	2
Wy2	Elementy elektroniki molekularnej. Świat Drexlera i Feynmana	2
Wy3	Nanoelektronika - Dwuwymiarowy i jednowymiarowy gaz elektronowy. Transport nośników w obiektach o obniżonej wymiarowości. Efekt Halla i kwantowy efekt Halla. Balistyczny transport nośników. Tranzystor na drucie kwantowym oraz tranzystor jednoelektronowy – konstrukcja i zasada działania.	4
Wy4	Zasada działania i konstrukcje przyrządów półprzewodnikowych z warstwami o wymiarach nanometrowych. Kwantowe efekty rozmiarowe i ich wpływ na ostateczne charakterystyki przyrządów. Konstrukcje, technologia i właściwości półprzewodnikowych struktur typu QD/QDash/MQW. Selektywna modyfikacja właściwości wybranych warstw wchodzących w skład przyrządów półprzewodnikowych.	3
Wy5	Wpływ oddziaływań międzymolekularnych na właściwości struktur półprzewodnikowych. Defekty strukturalne oraz naprężenia i ich wpływ na strukturę energetyczną półprzewodnika. Konsekwencje wygrzewania struktur półprzewodnikowych z warstwami stopów wieloskładnikowych – uporządkowanie bliskiego zasięgu. Techniki wytwarzania oraz zjawiska zachodzące podczas epitaksji struktur samoorganizujących się .	3
Wy6	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Ćwiczenie wprowadzające – wybór tematów do omówienia na zajęciach.	2
Se2	Studenckie krótkie prezentacje rozwijające zagadnienia omawiane w ramach wykładu a także dodatkowe zagadnienia zaproponowane przez prowadzącego lub studentów, nawiązujące tematycznie przede wszystkim do nanotechnologii półprzewodnikowej i elementów opto- i elektronicznych, otwarta dyskusja na każdy przedstawiony temat w celu dokładniejszego wyjaśnienia i zrozumienia prezentowanych zagadnień; sprawdziany.	26

Se15	Wizyta w laboratorium badań spektroskopowych – zależna od przebiegu zajęć w semestrze.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacją multimedialną, dyskusją oraz demonstracją wybranych elementów omawianych na zajęciach.
- N2. Seminarium: prezentacje wybranych zagadnień przez studentów wraz z dyskusją i uzupełnieniem prowadzącego: dwa krótkie, 10-minutowe sprawdziany w semestrze, możliwa wizyta w laboratorium badań spektroskopowych.
- N3. Konsultacje.
- N4. Praca własna – przygotowanie do seminarium zadanych zagadnień.
- N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe na ostatnim wykładzie
F2 (seminarium)	PEU_U01 PEU_K01	Średnia ocena z prezentacji, kartkówki i udziału w dyskusji.
P (wykład) = F1		
P (seminarium) = F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] *Springer Handbook of Nanotechnology*, Bharat Bhushan Editor, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004
- [2] J. C. Ellenbogen, J. Christopher Love, *Architectures for Molecular Electronic Computers: 1. Logic Structures and an Adder Designed from Molecular Electronic Diodes*, lipiec 1999
- [3] J. H. Davies, A. R. Long, *Physics of Nanostructures*, Proceedings of the Thirty-Eighth Scottish Universities Summer School in Physics St Andrews, 1991
- [4] R. Eisberg, R. Resnick, *Fizyka Kwantowa atomów, cząsteczek, ciał stałych, jąder i cząsteczek elementarnych*, PWN, Warszawa 1983
- [5] C. Joachim, J. K. Gimzewski, A. Aviram, Electronics using hybrid-molecular and mono-molecular devices, *Nature*, vol 408, 30 November 2000
- [6] D. Goldhaber-Gordon, Michael S. Montemerlo, J. Christopher Love, Gregory J. Opitck, James C. Ellenbogen, *Overview of nanoelectronic devices*, The Proceedings of the IEEE, April 1997
- [7] Kenneth J. Klabunde, *Nanoscale Materials in Chemistry*, Wiley, 2001
- [8] Bernard Ziętek, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2004
- [9] Pallab Bhattacharya, *Semiconductor Optoelectronic Devices, Second Edition*, Prentice Hall New Jersey 1997

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] D. Pucicki, *Badanie kinetyki wzrostu heterostruktur  $In_yGa_{1-y}As_{1-x}N_x/GaAs$  przeznaczonych do konstrukcji przyrządów optoelektronicznych*, rozprawa doktorska, P.Wr. 2006

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

**dr hab. inż. Damian Pucicki, prof. uczelni**, e-mail: damian.pucicki@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Optical Fibers</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optical Fibers</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008564</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	2		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		1,4		

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

1. Podstawowe wiadomości z fizyki i optyki
2. Podstawowe wiadomości o światłowodach

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu optyki światłowodowej
- C02 Zdobycie wiedzy i umiejętności pozwalających na poprawny dobór elementów światłowodowych niezbędnych do budowy systemów światłowodowych
- C03 Zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do pomiaru elementów światłowodowych
- C04 Zdobycie wiedzy na temat najważniejszych przyrządów optoelektronicznych współpracujących ze światłowodami
- C05 Zdobycie zaawansowanej wiedzy eksperckiej na temat różnych elementów toru światłowodowego
- C06 Opanowanie umiejętności pracy z elementami fonicznymi i przyrządami pomiarowymi techniki światłowodowej
- C07 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu techniki światłowodowej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Zna i stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi. Potrafi obsługiwać aparaturę pomiarową i montować systemy pomiarowe w zakresie fotoniki

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Pracuje samodzielnie i w zespole

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie - podsumowanie podstawowych wiadomości o światłowodach	2
Wy_02	Analiza światłowodów metodami optyki falowej	2
Wy_03	Podstawowe właściwości światłowodów w świetle norm międzynarodowych	2
Wy_04	Pomiary podstawowych właściwości światłowodów	2
Wy_05	Dispersja światłowodów	2
Wy_06	Pomiary i metody kompensacji dyspersji światłowodowej	2
Wy_07	Połączenia światłowodów i kabli światłowodowych (połączenia spawane)	2
Wy_08	Połączenia światłowodów i kabli światłowodowych (połączenia rozłączne)	2
Wy_09	Reflektometr optyczny	2
Wy_10	Światłowodowe elementy specjalne (siatki Bragga, multipleksery, wzmacniacze światłowodowe)	2
Wy_11	Światłowody wielomodowe	2
Wy_12	Wprowadzenie do światłowodowych systemów WDM	2
Wy_13	Klasyfikacja i charakteryzacja światłowodowych łączy telekomunikacyjnych	2
Wy_14	Elementy optyki nieliniowej i transmisja solitonowa	2
Wy_15	Kolokwium, repetytorium lub przykładowy test	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Łączenie światłowodów metodą spawania w łuku elektrycznym	4
La_02	Montaż złącz światłowodowych typu ST	4
La_03	Pomiary charakterystyk spektralnych światłowodów włóknistych	4
La_04	Bierne elementy toru światłowodowego (sprzęgacz i cyrkulator światłowodowy)	4
La_05	Pomiary linii światłowodowych metodą bezpośrednią i reflektometrem	4
La_06	Pomiary rozkładu współczynnika załamania w światłowodach włóknistych	4
La_07	Badanie wpływu tłumienia włókna na ograniczenie długości linii światłowodowej	2
La_08	Badanie wpływu dyspersji na ograniczenie długości toru transmisyjnego	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Wspomaganie wykładu metodami e-learningu
ND_03	Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
ND_04	Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_05	Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_06	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
ND_07	Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Średnia ocena z testów, kolokwium i egzaminu
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_U02	Dyskusje, konsultacje, kartkówki

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Marciniak M., Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998

#### Literatura uzupełniająca

1. Siuzdak J., Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1997

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni**, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Autonomous Power Supplying Systems</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Autonomous Power Supplying Systems</b>	
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>	
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny</b>	<b>/ Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008566</b>	
Grupa kursów:	<b>NIE</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Z				
Liczba punktów ECTS	2				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2				

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

Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przedstawienie zasad zasilania autonomicznych urządzeń elektronicznych i mikrosystemów
- C02 Przegląd rozwiązań technicznych i ich właściwości realizujących różnymi metodami pozyskiwanie energii elektrycznej z otoczenia

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy**

- PEU\_W01 Ma poszerzoną, pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie fizyki i podstaw chemii niezbędną do zrozumienia działania systemów zasilających w mikrosystemach (zasada działania, rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne, parametry eksploatacyjne)

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Bilans energii w mikrosystemach	2
Wy_02	Zasady zasilania mikrosystemów	2
Wy_03	Efekt fotowoltaiczny, ogniwa słoneczne	2
Wy_04	Rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne mikroogniw i mikromodułów słonecznych	2
Wy_05	Zjawiska termoelektryczne	2
Wy_06	Mikrogeneratory termoelektryczne - rozwiązania technologiczno konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_07	Prosty i odwrotny efekt piezoelektryczny	2
Wy_08	Mikrogeneratory piezoelektryczne - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_09	Ogniwa paliwowe - zasada działania	2
Wy_10	Mikroogniwa paliwowe - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_11	Mechaniczne mikrogeneratory energii	2
Wy_12	Zasady magazynowania energii	2
Wy_13	Baterie i akumulatory dla mikrosystemów - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy_14	Źródła energii - problemy globalne	2
Wy_15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Praca własna - przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>Literatura podstawowa</u></b>	
1. D.M. Rove, Handbook of Thermoelectrics, CRC Press, 1996	
2. W. Ehrefeld, Microreactors - new technology for modern chemistry, Wiley-Vch Verlag, 2000	
<b><u>Literatura uzupełniająca</u></b>	
1. Artykuły w czasopismach naukowych - wybrane przez prowadzącego	

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b>dr hab. inż. Rafał Walczak, prof. uczelni</b> , e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl



**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Vacuum and Plasma Techniques</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Vacuum and Plasma Techniques</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008568</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	E				
Liczba punktów ECTS	1				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6				

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

1. Zaliczone kursy z zakresu fizyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Poznanie zjawisk zachodzących w warunkach obniżonego ciśnienia (próżni)
- C02 Zdobyć wiedzę na temat współczesnych aplikacji techniki próżniowej (sposoby wytwarzania i pomiarów próżni)
- C03 Zdobyć wiedzę na temat roli próżni w mikroelektronice

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy**

- PEU\_W01 Ma wiedzę o zjawiskach zachodzących przy obniżonym ciśnieniu gazu oraz o działaniu urządzeń próżniowych (wytwarzanie i pomiar próżni) w kontekście procesów technologicznych stosowanych w mikroelektronice

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Wprowadzenie. Podstawowe definicje. Elementy kinetycznej teorii gazów	3
Wy_02	Przepływ gazu (natężenie przepływu, szybkość pompowania)	1
Wy_03	Pompy próżni wstępnej – pompy olejowe „mokre”	2
Wy_04	Pompy próżni wstępnej – pompy „suche”	2
Wy_05	Pompy przepływowe wysokiej próżni (pompy dyfuzyjne, pompy turbomolekularne)	3
Wy_06	Pompy sorpcyjne wysokiej próżni (pompy sublimacyjne, jonowe, kriosorpcyjne, gettery)	3
Wy_07	Pomiar ciśnienia, zakresy i metody pomiarowe. Pomiar pośredni i bezpośredni ciśnienia.	4
Wy_08	Spektrometry mas, analizatory gazów resztkowych	1
Wy_09	Systemy próżniowe w technologii MEMS	1
Wy_10	Próżniowe osadzanie cienkich warstw (parowanie, rozpylanie)	1
Wy_11	Wyładowanie w rozrzedzonych gazach. Klasyfikacja wyładowań	1
Wy_12	Procesy elektryczne przy obniżonym ciśnieniu – ruch jonów, elektronów w wyładowaniu	1
Wy_13	Rozpylanie jonowe. Platerowanie jonowe. Implantacja jonowa. Czyszczenie jonowe	1
Wy_14	Rola warunków ciśnieniowych (próżni) w procesach nanoszenia cienkich warstw. Schemat próżniowego procesu technologicznego. Proces próżniowego nanoszenia warstw metodą impulsowego jonowego rozpylania magnetronowego – demonstracja procesu w laboratorium technologicznym.	4
Wy_15	Zaliczenie - test	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny wspomagany elementami interaktywnej oceny
ND_02	Praca własna
ND_03	Konsultacje
ND_04	Prezentacja laboratoryjna – standardowy proces osadzania próżniowego cienkich warstw metodą rozpylania magnetronowego (praca zespołowa)

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Interaktywna ocena podczas wykładu, test końcowy

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b>Literatura podstawowa</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J.O'Hanlon, A user's Guide to Vacuum Technology, Wiley-Interscience, (third edition), 2003</li> <li>2. M. Wutz, H. Adam, W. Walcher Theory and Practice of Vacuum Technology, Friedr.Vieweg &amp; Sohn, Braunschweig 1989</li> <li>3. N. Harris, Modern Vacuum Practice, self-published, (third edition), 2005</li> <li>4. W.Posadowski, wykład</li> </ol>

**Literatura uzupełniająca**

1. Andrzej Hałas Technologia Wysokiej Próżni, PWN W-wa 1980
2. Andrzej Hałas, Piotr Szwemin, Podstawy Techniki Próżni, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2008
3. Janusz Groszkowski Technika Wysokiej Próżni, WNT W-wa 1978

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**prof. dr hab. inż. Witold Posadowski**, e-mail: [witold.posadowski@pwr.edu.pl](mailto:witold.posadowski@pwr.edu.pl)

**dr hab. inż. Artur Wiatrowski**, e-mail: [artur.wiatrowski@pwr.edu.pl](mailto:artur.wiatrowski@pwr.edu.pl)

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Diagnostics and Reliability</b>		
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diagnostics and Reliability</b>		
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>		
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>	
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>	<b>/ Wydziałowy</b>	
Kod przedmiotu:	<b>ETD009079</b>		
Grupa kursów:	<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			60	
Forma zaliczenia	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			1,4	

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

1. Znajomość podstaw matematyki z zakresu analizy matematycznej, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej
2. Ukończony kurs: Analiza matematyczna 1
3. Ukończony kurs: Probabilistyka

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznać studentów z zagadnieniami z zakresu diagnostyki i niezawodności elementów i urządzeń elektronicznych
- C02 Zdobycie umiejętność analizy problemów związanych z uszkodzeniami i niezawodnością elementów i urządzeń elektronicznych
- C03 Rozumieć potrzebę stosowania wiedzy do analizy niezawodności elementów i urządzeń

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma wiedzę dotyczącą teorii niezawodności, testowania i diagnostyki oraz modeli uszkodzeń

### 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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Niezawodność systemów binarnych	2
Wy_02	Struktury systemów- funkcje opisujące niezawodność	2
Wy_03	Symulacyjne modele niezawodności	2
Wy_04	Testy selekcyjne	2
Wy_05	Mechanizmy uszkodzeń elementów elektronicznych	2
Wy_06	Modele niezawodności	2
Wy_07	Wpływ warunków pracy na niezawodność	2
Wy_08	Sprawdzian	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Rozdanie indywidualnych zadań projektowych, omówienie tematyki i zasad wykonania projektów	2
Pr_02	Omówienie zagadnień związanych z graficznym przedstawieniem wyników pomiarowych dotyczących niezawodności	2
Pr_03	Omówienie zagadnień związanych z zastosowaniem metod numerycznych w zadaniach projektowych	2
Pr_04	Omówienie metody Monte Carlo w zastosowaniu do rozwiązań zadań projektowych	2
Pr_05	Omówienie zagadnień związanych z prognozowaniem niezawodności urządzeń w zależności od warunków pracy	2
Pr_06	Prezentacja przez studentów własnych rozwiązań projektowych, dyskusja	2
Pr_07	Prezentacja przez studentów własnych rozwiązań projektowych, dyskusja	2
Pr_08	Odbiór projektów od studentów, prezentacja wyników	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny  
ND\_02 Projekt - samodzielne rozwiązywanie zagadnienia projektowego z zakresu niezawodności, omówienie zagadnień związanych z wykonaniem zadania projektowego  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Praca własna- przygotowanie do wykładu  
ND\_05 Praca własna- samodzielne studia oraz prace związane z wykonaniem projektu  
ND\_06 Praca własna- samodzielne studia i przygotowanie do sprawdzianu

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Dyskusje, samodzielne rozwiązanie zadania projektowego

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. F. Grabski, J. Jaźwiński, Funkcje o losowych argumentach w zagadnieniach niezawodności, bezpieczeństwa i logistyki, WKŁ, 2009
2. H. Gładysz, E. Peciakowski, Niezawodność elementów elektronicznych, WKŁ, 1984

#### Literatura uzupełniająca

1. Grabski, J. Jaźwiński, Metody bayesowskie w niezawodności i diagnostyce, WKŁ, 2001
2. S. Firkowicz, Statystyczne badanie wyrobów, WNT, 1970

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

prof. dr hab. inż. Andrzej Dziejcz, e-mail: andrzej.dziejcz@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Optical-Fiber Networks</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optical-Fiber Networks</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009571</b>
Grupa kursów:	<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	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			1	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			1	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			0,7	

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

1. Podstawowa wiedza o sieciach optycznych
2. Podstawowa wiedza o światłowodach

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Podsumowanie i uporządkowanie podstawowej wiedzy na temat światłowodów i sieci komputerowych
- C02 Zapoznanie studentów z podstawami działania sieci optycznych
- C03 Dostarczenie studentom wiedzy przydatnej do budowy sieci światłowodowych
- C04 Zapoznanie studentów z aktualnym stanem wiedzy w zakresie działania sieci optycznych
- C05 Dostarczenie studentom wiedzy i nabranie przez nich umiejętności przydatnych do projektowania sieci w zorganizowanych grupach
- C06 Zdobywanie wiedzy i umiejętności badawczych w zakresie projektowania i budowy sieci światłowodowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotoniki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi dobierać i oceniać elementy światłowodowe i optoelektroniczne stosowane przy konstrukcji systemów fotoniki i sieci światłowodowych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Potrafi zaplanować i opracować plan realizacji projektu, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do sieci optycznych	2
Wy_02	Ethernet optyczny - 10M i 100M	2
Wy_03	Ethernet optyczny - 1G	2
Wy_04	Ethernet optyczny - 10G i więcej	2
Wy_05	Procedury projektowania i pomiarów sieci optycznych	2
Wy_06	WDM i optyczne sieci przyszłości	2
Wy_07	RAINBOW - przykład sieci całkowicie optycznej	2
Wy_08	Test końcowy	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Metodologia projektowania sieci optycznych	2
Pr_02	Określenie wymagań projektowych małej sieci LAN	2
Pr_03	Opracowanie map i planów lokalizacji sieci	2
Pr_04	Wybór i analiza światłowodowego sprzętu sieciowego	4
Pr_05	Opracowanie i wykonanie bilansu mocy optycznej dla zaprojektowanej sieci	2
Pr_06	Opracowanie ostatecznej wersji projektu	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją  
ND\_02 Wspomaganie wykładu metodami e-learningu  
ND\_03 Projekt: samodzielne opracowanie raportów z wyników pracy  
ND\_04 Projekt: samodzielne wyszukiwanie i analiza danych na temat elementów i przyrządów



## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Konsultacje, sprawdziany, test końcowy
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Ocena całości projektu na podstawie ocen cząstkowych etapów

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Vademecum Teleinformatyka cz. I, IDG, 2004

#### Literatura uzupełniająca

1. Vademecum Teleinformatyka cz. III, IDG, 2004
2. Vademecum Teleinformatyka cz. II, IDG, 2002

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni**, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Operating Systems</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Operating Systems</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b> / <b>Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b> / <b>Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009572</b>
Grupa kursów:	<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		60		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Ukończony kurs: Informatyka lub Wprowadzenie do informatyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Opanowanie wiedzy teoretycznej w zakresie określonym w Wy\_01-Wy\_07  
C02 Zdobywanie umiejętności praktycznych poprzez realizację zadań laboratoryjnych La\_01-La\_07

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad działania i programowania systemów operacyjnych, w tym systemów wbudowanych

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi używać, konfigurować i programować aplikacje przeznaczone dla różnych systemów operacyjnych, w tym wbudowanych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie. Konfiguracja VirtualPC/VBOX. Przenośność kodów źródłowych ANSI C: aplikacja konsolowa w systemie Linux i Windows, standardowe wejście/wyjście w tych systemach	2
Wy_02	InterNiche lub MQX RTOS dla ColdFire: implementacja wielozadaniowości	2
Wy_03	Użycie wątków i aplikacja sterowana zdarzeniami w systemie Windows. Wybrane elementy podsystemu Win32	2
Wy_04	Podstawy Linuks. Zarządzanie prawami dostępu, skrypty powłoki, montowanie systemów plików	2
Wy_05	Zarządzanie procesami w systemie Linuks i międzyprocesowa wymiana danych	2
Wy_06	Przygotowanie i uruchomienie systemu Android dla zestawu uruchomieniowego	2
Wy_07	Wykonanie aplikacji dla systemu Android do sterowania wybranym urządzeniem lub modelem budynku inteligentnego	2
Wy_08	Termin odróbczy	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wprowadzenie do metod numerycznych i obliczeń inżynierskich z wykorzystaniem języka skryptowego Python	2
La_02	Błędy metod numerycznych - źródła i rodzaje	2
La_03	Różniczkowanie i całkowanie numeryczne	2
La_04	Równania i układy równań liniowych i nieliniowych	2
La_05	Interpolacja, aproksymacja i ekstrapolacja	2
La_06	Optymalizacja i planowanie eksperymentów	2
La_07	Równania różniczkowe	2
La_08	Projekt indywidualny / Zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Kartkówki weryfikujące opanowanie materiału wymaganego bieżącym programem zajęć
ND_03	Konsultacje
ND_04	Specjalistyczne oprogramowanie i elektroniczne zestawy uruchomieniowe
ND_05	Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_06	Praca własna - przygotowanie do laboratorium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Friesen, Geoff, Java: przygotowanie do programowania na platformę Android , Helion, 2012
2. Silberschatz, Abraham, Operating system concepts, John Wiley & Sons, 2010
3. Tanenbaum, Andrew S., Modern operating systems, Pearson Prentice Hall, 2009
4. Tanenbaum, Andrew S., Systemy operacyjne, Helion, 2010

#### Literatura uzupełniająca

1. Barry, Richard, Using the FreeRTOS real time kernel : ARM Cortex-M3 edition, Real Time Engineers, 2010

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Damian Radzewicz, e-mail: damian.radzewicz@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Photovoltaics****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Photovoltaics****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Electronics, Photonics, Microsystems****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009574****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 kontaktu (BK)	1,2		1,4		

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

1. Podstawowa wiedza nt. fizyki półprzewodników, w szczególności w zakresie oddziaływania światła z ciałem stałym (optoelektronika)
2. Podstawowa wiedza nt. elektroniki (konstrukcji i zasad działania) przyrządów półprzewodnikowych oraz technologii i ich wytwarzania

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z zasadami działania oraz podstawami konstrukcji oraz technologii elementów fotowoltaicznych - ogniw i modułów
- C2 Zapoznanie z podstawowymi metodami wytwarzania, pomiarów elementów i systemów fotowoltaicznych
- C3 Zapoznanie z zasadami projektowania, konstrukcji, instalacji oraz oceny jakości pracy systemów fotowoltaicznych
- C4 Zapoznanie z podstawowymi normami technicznymi z zakresu fotowoltaiki
- C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu fotowoltaiki

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fotowoltaiki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania elementów fotowoltaicznych oraz projektowania i oceny jakości systemów fotowoltaicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi wykonać pomiary i ocenić podstawowe parametry elementów fotowoltaicznych, opracować założenia i wykonać prosty projekt systemu fotowoltaicznego, ocenić jakość pracy systemu oraz oszacować poprawnie spodziewany uzysk energetyczny

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role, zarówno wykonując zadanie pomiarowe jak i projektowe

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Zasoby energii słonecznej	2
Wy2	Energia fotowoltaiczna	2
Wy3	Budowa i podstawa działania ogniwa słonecznego	2
Wy4	Podstawowe parametry ogniwa słonecznego i czynniki ograniczające jego wydajność	2
Wy5	Technologia wytwarzania krzemowych ogniw słonecznych	2
Wy6	Przegląd nowego typu ogniw - ich wady i zalety	2
Wy7	Defekty w ogniwach słonecznych i metody diagnostyki	3
Wy8	Fotowoltaika w ujęciu społecznym i gospodarczym	1
Wy9	Systemy fotowoltaiczne dla IoT	2
Wy10	Koncentratory światła słonecznego w systemach fotowoltaicznych, kaskada energetyczna	2
Wy11	Autonomiczne systemy zasilające, mobilne i stacjonarne	2
Wy12	Rozwiązania, aplikacje i konstrukcje perspektywiczne	2
Wy13	Systemy fotowoltaiczne; zasady projektowania, kluczowe komponenty instalacji PV	2
Wy14	Fotowoltaika w kosmosie; wysokosprawne ogniwa PV	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Pomiar charakterystyk jasnych i ciemnych ogniw i modułów PV. Badanie wpływu oświetlenia i temperatury na charakterystyki sprawności ogniw PV	3
La2	Analiza charakterystyk modułów PV w różnych układach połączeń	3
La3	Badanie rozkładu widmowego promieniowania słonecznego i wpływu warunków pogodowych na sprawność instalacji fotowoltaicznej	3
La4	Defekty ogniw fotowoltaicznych i metody ich diagnostyki	3

La5	Zajęcia odrębne i zaliczenie	3
La6	Zasilanie w układach „zero-energetycznych” - badanie właściwości układów zasilania i magazynowania energii, przeznaczonych do współpracy z miniaturowymi ogniwami fotowoltaicznymi	3
La7	Zasilanie w układach „zero-energetycznych”: kaskada energetyczna – pośrednie wykorzystanie ogniwa fotowoltaicznego w systemie o dużej efektywności energetycznej	3
La8	Mała farma fotowoltaiczna - badanie sprawności małej farmy fotowoltaicznej, w tym połączenia szeregowego i równoległego modułów fotowoltaicznych, badanie wpływu zacienienia modułów	3
La9	Projekt autonomicznego systemu fotowoltaicznego z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania	3
La10	Zajęcia odrębne i zaliczenie	3
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny wspomagany prezentacjami i interaktywnymi elementami oceny
- N2. Test sprawdzający w połowie kursu
- N3. Laboratorium: krótkie, 10-minutowe sprawdziany na początku zajęć
- N4. Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
- N5. Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
- N6. Konsultacje
- N7. Egzamin końcowy

### 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
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Egzamin końcowy pisemny
P2 = F2 (laboratorium)	PEK_U01 PEK_K01	Ocena uśredniona z przygotowania do ćwiczeń i sprawozdań

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT, 1984
- [2] Jarzębski, Przetwarzanie energii słonecznej. Konwersja Fotowoltaiczna, WNT, 1981
- [3] M. Waclawek, T. Rodziejewicz, Ogniwa słoneczne, wpływ środowiska na ich pracę, WNT, 2011

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Luque, S.Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering , John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 2003
- [2] J. Poortmans, V. Arkhipov, Thin Film Solar Cells, Fabrication, Characterization and Applications, Wiley Series in Materials for Electronic & Optoelectronic Applications, John Wiley & Sons, 2006
- [3] Lasnier, T.G. Ang, Photovoltaic Engineering Handbook, Adam Hilger, 1990
- [4] M.A. Green, Third Generation Photovoltaics. Advanced Solar Energy Conversion, in: Springer Series in Photonics , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2003

- [5] M.A.Green , SOLAR CELLS - Operating principles, Technology and System Applications, Univ. of New South Wales, Australia, 1992
- [6] P. Wuerfel, Physics of Solar Cells From Principles to New Concepts, Wiley-VCH Verlag GmbH &Co. KGaA, 2005
- [7] S.R. Wenham, M.A. Green, M.E. Watt, R. Corkish, APPLIED PHOTOVOLTAICS, ARC Centre for Advanced Silicon Photovoltaics and Photonics, Earthscan in the UK and USA, 2007
- [8] T. Markvart, Solar Electricity, UNESCO ENERGY ENGINEERING SERIES, John Wiley & Sons, 2000
- [9] Zbiory Polskich Norm, PKN

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

**prof. dr hab. inż. Danuta Kaczmarek**, e-mail: danuta.kaczmarek@pwr.edu.pl

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

**dr inż. Paweł Knapkiewicz**; e-mail: pawel.knapkiewicz@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Microsystem modeling****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Microsystem modeling****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Electronics, Photonics, Microsystems****Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009575****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	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 kontaktu (BK)	0,6		1,4		

**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 Ma podstawową, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych typu MES do wspomagania pracy inżyniera na etapie projektowania, a w szczególności do modelowania mikrosystemów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomagania 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 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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 / Egzamin	1
	Suma godzin	15

### Forma zajęć - laboratorium

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
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	Zajęcia odrębne	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 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 egzaminu

N7. Praca własna: przygotowanie sprawozdań z 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 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje, egzamin
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P=F1+F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [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

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

**prof. dr hab. inż. Artur Wymysłowski**, e-mail: artur.wymyslowski@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Analytical microsystems****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Analytical microsystems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Electronics, Photonics, Microsystems****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009576****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 kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy na temat działania, wytwarzania i zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii
- C2 Zapoznanie się z wiedzą na temat projektowania i pomiarów bio-chipów analitycznych, mikroreaktorów chemicznych, detektorów elektronicznych i opto-elektronicznych
- C3 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu mikrosystemów analitycznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą podstaw fizykochemicznych, technologicznych, konstrukcji, wytwarzania, działania i zastosowań mikrosystemów analitycznych, bio-chipów, lab-on-chipów i mikroreaktorów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi opisać, ocenić i porównać działanie mikrosystemów analitycznych gazowych i ciekowych: zna zasady projektowania, wytwarzania, działania oraz zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii

Z zakresu kompetencji społecznych:  
PEU\_K01 Pracuje samodzielnie i w zespole

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp. Definicja mikrosystemów chemicznych (mikrotasów). Ich rodzaje, przegląd wybranych konstrukcji. Rola mikrosystemów chemicznych, dlaczego miniaturyzacja. Podstawy fizyczne mikrotasów: przepływy w mikrokanałach; przepływy laminarne i turbulentne; mieszanie i dozowanie w mikro i nanoobjętościach. Przepływy EHF, elektroosmoza, elektryczne sterowanie przepływami cieczy.	2
Wy2	Przegląd technologiczny; spójność mikrotasów i mikrosystemów elektronicznych. Podstawowe procesy technologiczne mikrotasów krzemowych, szklano-krzemowych, szklanych, ceramicznych, tworzywowych i metalowych. Przykłady realizacyjne z uwzględnieniem ograniczeń projektowo-konstrukcyjnych.	2
Wy3	Podzespoły dla mikrotasów: Mikrozapory - rodzaje, wykonanie, parametry, sterowanie. Mikrokanały kapilarne i ich układy. Kolumny kapilarne podziałowe. Mieszalniki wirowe i dyfuzyjne. Mikropompy.	2
Wy4	Mikrocujniki dla mikrotasów cieczowych: czujniki konduktometryczne, jonoselektywne na bazie tranzystorów IGFET, fluorometryczne i spektrometryczne z włóknami światłowodowymi.	2
Wy5	Mikrotasy cieczowe: analizatory CE, FFFE, TFFF, Bio-chipy. Chipy do replikacji PCR, analizatory DNA, chipy immunologiczne.	2
Wy6	Mikrocujniki przepływu objętości i masy gazu. Katarometry. Mikrodozowniki wstrzykowe gazowe; z repetycją dozy, przepłukiwaniem zwrotnym, przekierowaniem dozy.	2
Wy7	Zintegrowane chromatografy gazowe: budowa i sterowanie, zastosowanie w systemach o pracy ciągłej. Mikroreaktory, nowa aparatura chemiczna. Ekonomia mikrotasów. Programy badawcze, rozwój.	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Mikrozawór i mikrodozownik gazu z repetycją dozy: badanie parametrów w układzie wstrzykowym i przepływowym z zastosowaniem sterowania komputerowego i przetwarzania sygnałów w czasie realnym.	3
La2	Mikrodetektory przepływu i transportu masy gazu (katarometr): badanie parametrów w układzie przepływowym, współpraca z mikrodozownikami. Określenie stałych czasowych, detekcyjności i powtarzalności wskazań w czasie realnym.	3
La3	Detekcja fluorometryczna DNA w mikro skali.	3
La4	Mikroczip cieczowy z pięcioma mikrozaparami i detektorem konduktometrycznym on-chip, o otwartej architekturze działania. Badanie wstrzykiwania i mieszania piko i nano objętości w układach	3

	typu T, Y z wykorzystaniem systemu wizualizacji.	
La5	Przepływ i mieszanie cieczy w mikro skali.	3
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacją i dyskusją  
 N2. Konsultacje  
 N3. Kartkówki na początku ćwiczeń, dyskusje  
 N4. Sprawozdania z ćwiczeń

### 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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01 PEU_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
F3		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Nam-Trung Nguyen, Steven T. Wereley, Fundamentals and applications of Microfluidics, Artech House, 2002

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Jan A. Dziuban, Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowoszlanych w technice mikrosystemów, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 2004

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>MSc Thesis Work</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	<b>MSc Thesis Work</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>II stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ETD009581</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					
Forma zaliczenia				zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				20	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				20	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				14	

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

1. Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk ścisłych.
- C2 Napisanie przez studenta Pracy dyplomowej(jako dzieła) i przedstawienie prezentacji ustnej dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja, na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych.
- C3 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole.
- C4 Udział studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych, związanych ze studiowanym kierunkiem Elektronika i Telekomunikacja i specjalnością Electronics, Photonics, Microsystems.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zrealizował pracę dyplomową w oparciu o zdobytą w czasie studiów wiedzę właściwą dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Electronics, Photonics, Microsystems.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi tworzyć teksty techniczne (Praca dyplomowa) i prezentacje multimedialne z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Electronics, Photonics, Microsystems.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi pracować samodzielnie oraz współdziałać w grupie, przyjmując w niej różne role.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr1	Zgromadzenie literatury przedmiotu i zapoznanie się z nią.	
Pr 2	Prace własne –interpretacja oraz krytyczna ocena uzyskanych wyników.	
Pr 3	Napisanie pracy dyplomowej jako dzieła.	
	Suma godzin	

### 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	PEU_W01	Sprawdzenie stopnia realizacji pracy dyplomowej.
F2	PEU_U01	Recenzje Pracy dyplomowej jako dzieła.
F3	PEU_K01	Kontrola osiągnięcia kolejnych celów badawczych realizowanych samodzielnie i w zespołach badawczych.

$P = 0,4 * F1 + 0,4 * F2 + 0,2 * F3$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

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

**dr hab. inż. Damian Pucicki, prof. uczelni, e-mail: damian.pucicki@pwr.edu.pl**



**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Ceramic Microsystems****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Ceramic Microsystems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Electronics, Photonics, Microsystems****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009582****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	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 kontaktu (BK)	1,2			1,4	

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

1. Ukończenie kursu Technologie mikro-nano
2. Znajomość podstaw fizyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami zachodzącymi w czujnikach, przetwornikach i mikrosystemach
- C2 Zapoznanie się z możliwościami technologii grubowarstwowej i LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) w zakresie wykonywania mikrosystemów ceramicznych
- C3 Zdobycie umiejętności w zakresie projektowania czujników ceramicznych
- C4 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie
- C5 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu technologii mikrosystemów ceramicznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę związaną z konstrukcją, zasadami działania, właściwościami i zastosowaniem czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC (Low Temperature Cofired Ceramic); zna kierunki rozwoju mikrosystemów LTCC

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC
PEU_U02	Potrafi zaprojektować wybrane czujniki, akulatory i mikrosystemy ceramiczne. Potrafi opracować założenia dot. konstrukcji wybranych przyrządów oraz opracować algorytm technologii wykonania struktury
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumie potrzebę ustawicznego kształcenia się, rozumie zasadę działania elementów sensorowych, z których korzysta oraz rozumie konieczność stosowania sensorów, w celu poprawy bezpieczeństwa człowieka, szybszej diagnostyki medycznej oraz kontroli stanu środowiska

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Czujniki – definicje, klasyfikacja, zastosowanie. Podstawy zjawisk zachodzących w czujnikach, przetwornikach i mikrosystemach	2
Wy2	Podstawy technologii grubowarstwowej.	2
Wy3	Podstawy technologii LTCC.	2
Wy4	Wykonywanie elementów biernych LTCC. Montaż dyskretnych elementów elektronicznych na podłożach z ceramiki LTCC. Kontrola skurczu ceramiki LTCC	2
Wy5	Materiały i procesy wykorzystywane do wytwarzania mikrosystemów grubowarstwowych i LTCC	2
Wy6	Wykonywanie struktur przestrzennych w podłożach LTCC	2
Wy7	Łączenie LTCC z innymi materiałami	2
Wy8	Czujniki fizyczne. Czujniki temperatury, radiacji i przepływu -zasada pracy, konstrukcja, właściwości i zastosowanie	2
Wy9	Czujniki i przetworniki mechaniczne. Efekty piezo rezystywny, magnetorezystywny i piezoelektryczny. Czujniki ciśnienia, siły i przemieszczenia	2
Wy10	LTCC – czujniki, mikrosystemy. Układy grzejne. Układy chłodzące. Ogniwa paliwowe.	2
Wy11	Podstawy mikrofluidyki	2
Wy12	Mikrosystemy przepływowe wykonane techniką LTCC. Mikrozawory/pompy. Mikromieszalniki.	2
Wy13	Mikrosystemy przepływowe wykonane techniką LTCC. Mikroreaktory. Moduły detekcyjne.	2
Wy14	Generatory zimnej plazmy wykonane techniką LTCC	2
Wy15	Układy mikrofalowo-mikroprzepływowe wykonane techniką LTCC	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Ćwiczenie wprowadzające	1
Pr2	Reguły projektowania mikrosystemów ceramicznych	2
Pr3	Prezentacja wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych	2

Pr4	Prezentacja wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych	2
Pr5	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – wykonanie projektu poszczególnych warstw	2
Pr6	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – wykonanie projektu sit	2
Pr7	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – opracowanie planu procesu technologicznego	2
Pr8	Obrona projektów	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny  
N2. Konsultacje  
N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N5. Praca własna – przygotowanie do wykładu  
N6. Praca własna – przygotowanie do projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01 PEU_U01	Dyskusje, egzamin
P2 = F2 (ćwiczenia)	PEU_U02 PEU_K01	Dyskusje, sprawozdania

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J.W. Gardner, Microsensors, Wiley, 1994
- [2] M. Prudenziati, Thick film sensors, Elsevier, 1994
- [3] L. Golonka, Zastosowanie ceramiki LTCC w mikroelektronice, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2001
- [4] L. Golonka, K. Malecha, Ceramic microsystems, Printpap, 2011

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Czasopisma naukowe: Sensors and Actuators, Microelectronic Engineering, J. Micromech. Microeng.
- [2] Materiały konferencyjne: Conf. Eurosensors, Conf. COE, Conf. IMAPS USA, IMAPS Poland Chapter

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

**dr hab. inż. Karol Malecha, prof. uczelni; e-mail: karol.malecha@pwr.edu.pl**

**WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim: Design and Construction of Optoelectronic Circuits****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Design and Construction of Optoelectronic Circuits****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i Telekomunikacja****Specjalność (jeśli dotyczy): Electronics, Photonics, Microsystems****Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu: ETD009583****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 kontaktu (BK)	0,6			1,4	

**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 elementów optoelektronicznych
- C2 Nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C3 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i analizy układów elektronicznych
- C4 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych układów elektronicznych
- C5 Wstępne przygotowanie oraz współdziałanie studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych z zakresu optoelektroniki, a w szczególności nad zagadnieniem laserowych systemów detekcji ugięć mikroelektroniki w mikroskopii bliskiego pola

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Poznanie i rozumienie obszarów zastosowań i charakterystyk układów optoelektronicznych oraz podstawowych pojęć z zakresu konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umiejętność doboru techniki i potrzebnych danych do wykonania zadania projektowego oraz samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Rozwinięcie umiejętności działania w grupie, przy jednoczesnym braniu odpowiedzialności za wyniki własnych działań

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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 optoelektroniczne w układach elektronicznych. Diody LED, typy, parametry i sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy3	Lasery półprzewodnikowe, typy, parametry i sterowanie. Detektory światła - typy, podstawowe konfiguracje przedwzmacniaczy. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy4	Czujniki optoelektroniczne - typy, konstrukcje, parametry, sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy5	Wyświetlacze alfanumeryczne i obrazowe. Typy, konstrukcje, parametry, sterowanie, zastosowanie. Optoizolatory - typy, parametry, zastosowania. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy6	Źródła światła i detektory światłowodowe telekomunikacyjne. Źródła światła i detektory do współpracy ze światłowodami plastikowymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy7	Przegląd układów elektronicznych z podzespołami optoelektronicznymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy8	Podsumowanie wykładu. Perspektywy rozwoju technik projektowania układów optoelektronicznych. Sprawdzian wiedzy (kolokwium)	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Ustalenie podstawowych założeń techniczno-projektowych dla poszczególnych projektów studenckich. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr2	Analiza funkcji realizowanych przez projektowany układ optoelektroniczny. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr3	Analiza danych katalogowych i przystosowanie zdobytych informacji do potrzeb projektu. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr4	Projekt układu optoelektronicznego spełniającego założenia techniczno-projektowe na podstawie dotychczasowej wiedzy i umiejętności. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr5	Projekt schematu elektrycznego dla przygotowywanego projektu. Symulacja działania podzespołów. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr6	Projekt obwodu drukowanego dla przygotowywanego projektu.	2

	Wykonanie wizualizacji płytek. Projekt rozmieszczenia urządzenia w obudowie. Projekt płyty czołowej. Ocena parametrów. Dyskusja wyników	
Pr7	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat	3
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 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

### 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
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Ocena udziału merytorycznego w dyskusjach otwartych na zajęciach oraz ocena z wykonania zadania projektowego i jego prezentacji

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1999
- [2] J.E. Midwinter, Y.L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995
- [3] J.Piprek, Optoelectronic Devices, Springer-Verlag, 2005
- [4] K. Perlicki, Pomiar w optycznych systemach telekomunikacyjnych, WKŁ, 2006
- [5] K.Booth, Optoelektronika, WKŁ, 2001
- [6] M. Marciniak, Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998
- [7] M. Rusin, Wizyjne przetworniki optoelektroniczne, WKŁ, 2006
- [8] M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej?, (Cykl wydawniczy: Fizyka dla przemysłu), WNT, 1992
- [9] Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, tom IV - Optyka, PWN, 1983

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Czasopisma: Elektronika praktyczna, Elektronizacja, Przegląd Telekomunikacyjny itp. oraz katalogi branżowe, 2012
- [2] A.Bjarklev, S.Benedetto, A.Willner, Optical Fiber Communication Systems, Artech House, London, 1996
- [3] G.C.Righini, A.Tajani, A.Cutolo, An Introduction to Optoelectronic Sensors, World Scientific Pub (London, Singapore, Taipei), 2009
- [4] J. Siuzdak, Systemy i Sieci Fotoniczne, WKŁ, 2009
- [5] M.Karpierz, E.Weinert-Rączka, Nieliniowa optyka światłowodowa, WNT, 2009
- [6] Noe Reinhold, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer-Verlag, 2010

[7] Paek Un-Chul, Oh Kyunghwan, Silica Optical Fiber Technology for Device and Components, John Wiley, 2012

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

**dr inż. Jacek Radojewski**, e-mail: [jacek.radojewski@pwr.edu.pl](mailto:jacek.radojewski@pwr.edu.pl)

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Advanced optoelectronics</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Advanced optoelectronics</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009584</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15	30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30	60	
Forma zaliczenia	Z		Z	Z	
Liczba punktów ECTS	1		1	2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1	2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7	1,4	

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

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
2. Ukończenie kursu Przyrządy półprzewodnikowe
3. Ukończenie kursu ETD3076 Optyka falowa
4. Ukończenie kursu Podstawy elektroniki ciała stałego
5. Ukończenie kursu Optoelektronika
6. Ukończenie kursu Półprzewodniki, dielektryki, magnetyki
7. Ukończenie kursu ETD4062 Technologie mikro- nano-

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przypomnienie wiadomości z zakresu podstawowych zjawisk optycznych w półprzewodnikach, w szczególności związanych z absorpcją i generacją promieniowania elektromagnetycznego
- C02 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi konstrukcjami struktur optoelektronicznych, optoelektroniką organiczną i podczerwieni, optyką logiczną oraz przedstawienie obszarów zastosowania elementów i układów optoelektronicznych, w szczególności w motoryzacji, energetyce, mikrosystemach i mechatronice
- C03 Przypomnienie wiadomości z zakresu konstrukcji przewodnic falowych wliczając światłowody planarne.



	Zapoznanie studentów z zasadą działania, budową i właściwościami kryształów fotonicznych i sposobami ich implementacji w konstrukcjach elementów optycznych. Omówienie konstrukcji i sposobu działania zaawansowanych przyrządów optycznych (m.in. modulatorów i przełączników optycznych).
C04	Zdobycie wiedzy na temat podstawowych metod charakteryzacji struktur półprzewodnikowych, przeznaczonych do konstrukcji przyrządów optoelektronicznych, Pomiary parametrów optycznych i elektrycznych wybranych struktur optoelektronicznych z zastosowaniem spektroskopii fotowoltaicznej, elektrochemicznego profilowania pojemnościowo-napięciowego, fotoluminescencji, spektroskopii fotoodbiciowej i transmisyjnej
C05	Utrwalanie umiejętności pracy w grupie

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

#### **Z zakresu wiedzy**

PEU\_W01 Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów fotonicznych i optoelektronicznych.

#### **Z zakresu umiejętności**

PEU\_U01 Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników

#### **Z zakresu kompetencji społecznych**

PEU\_K01 Potrafi zaplanować i opracować plan realizacji projektu, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

### **TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Optoelektronika - wykład wprowadzający: definicje, klasyfikacja, zastosowanie	1
Wy_02	Podstawy zjawisk optycznych w półprzewodnikach - generacja i absorpcja	2
Wy_03	Podstawy konstrukcji struktur optoelektronicznych	1
Wy_04	Zaawansowane półprzewodnikowe źródła światła.	1
Wy_05	Zaawansowane detektory promieniowania.	1
Wy_06	Układy optoelektroniczne w mechatronice i motoryzacji.	1
Wy_07	Pomiary i analiza planarnych przewodnic falowych.	1
Wy_08	Metody wytwarzania warstw optycznych i planarnych przewodnic falowych.	2
Wy_09	Przyrządy optoelektroniki zintegrowanej .	1
Wy_10	Podstawy optyki nieliniowej.	1
Wy_11	Optyczne metody pomiarowe.	1
Wy_12	Właściwości i technologia kryształów fotonicznych.	1
Wy_13	Kolokwium.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		Liczba godzin
La_01	Laboratorium wprowadzające - przedstawienie tematów ćwiczeń laboratoryjnych oraz warunków zaliczeń kursu, omówienie i przypomnienie zagadnień poruszanych na poszczególnych laboratoriach, szkolenie BHP.	3
La_02	Pomiary widm fotoluminescencji niskowymiarowych struktur epitaksjalnych.	3
La_03	Pomiary kolorymetryczne źródeł światła – modułów RGBW LED.	3
La_04	Pomiary radiometryczne źródeł światła i rozsyłu strumienia świetlnego	3
La_05	Projekt kwantowej struktury półprzewodnikowej o zadanych właściwościach elektronowych.	3
<b>Suma godzin</b>		15

<b>Forma zajęć - Projekt</b>		Liczba godzin
Pr_01	Zajęcia wprowadzające - szkolenie BHP, omówienie warunków zaliczenia kursu, wprowadzenie do zajęć projektowych	2
Pr_02	Wprowadzenie do obsługi programów potrzebnych na kolejnych zajęciach (Linux, putty, WinSCP, APView)	2
Pr_03	Wprowadzenie do obsługi programu APSYS	2
Pr_04	Symulacja diody MSM	2
Pr_05	Symulacja diody PIN	2
Pr_06	Symulacja diody LED	2
Pr_07	Symulacja i opracowywanie wyników własnych projektów	18
<b>Suma godzin</b>		30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_04	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
ND_05	Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
ND_06	Projekt: opracowywanie sprawozdań z wyników symulacji komputerowych
ND_07	Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_08	Praca własna - przygotowanie do zajęć projektowych

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

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Kartkówki, sprawozdania
P3 = F3 (projekt)	PEU_U01, PEU_K01	Sprawozdania

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. B. Mroziewicz, M. Bugajski, Wł. Nakwaski, Lasery półprzewodnikowe, WNT 1985
2. J. E. Midwinder, Y. L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ 1995
3. J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT 1984
4. J. Piotrowski, A. Rogalski, Półprzewodnikowe detektory podczerwieni, WNT 1985
5. B. Ziętek Optoelektronika, Wyd. UMK, 2004
6. Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT 2001

### Literatura uzupełniająca

1. A. Smoliński, Optoelektronika światłowodowa, WKŁ 1985
2. J. Hennel, Podstawy elektroniki półprzewodnikowej, WNT 1986
3. J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN 1997
4. J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ 1997
5. M. Marciniak, Łączność światłowodowa. WKŁ 1998
6. G. Einarsson, Podstawy telekomunikacji światłowodowej, WKŁ 1998
7. K. Booth, S. Hill, Optoelektronika, WKŁ, 2001
8. R. Bacewicz, Optyka ciała stałego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1995

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

**dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni;** e-mail: [sergiusz.patela@pwr.edu.pl](mailto:sergiusz.patela@pwr.edu.pl)

**dr hab. inż. Damian Pucicki, prof. uczelni;** e-mail: [damian.puicki@pwr.edu.pl](mailto:damian.puicki@pwr.edu.pl)

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Packaging of EPM</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Packaging of EPM</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009585</b>
Grupa kursów:	<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	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Opanowanie wiedzy teoretycznej w zakresie montażu
- C02 Zdobywanie umiejętności praktycznych poprzez realizację zadań laboratoryjnych
- C03 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie montażu elektronicznego umożliwiającą samodzielne wykonywanie systemów elektronicznych w oparciu o dostępne elementy elektroniczne i techniki montażu

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi poprawnie dobrać i zastosować techniki montażu elektronicznego w zależności od wymagań konstrukcyjnych i niezawodnościowych wykonywanych urządzeń

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Potrafi określić priorytety w wykorzystaniu adekwatnych technik montażu elektronicznego

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych, przepisy BHP	1
Wy_02	Pomiar zanieczyszczeń jonowych na powierzchni płytek obwodów drukowanych	1
Wy_03	Montaż elementów SMT na płytkach obwodów drukowanych	2
Wy_04	Badanie połączeń lutowanych przez pomiar siły zrywania połączenia lutowanego	2
Wy_05	Lutowanie rozplływowe oraz ręczne	2
Wy_06	Pomiary rezystancji klejów elektrycznie przewodzących	2
Wy_07	Testy obciążeniowe - badanie niezawodności połączeń lutowanych	2
Wy_08	Termin odróbczy i zwiedzanie pomieszczeń laboratoryjnych	2
Wy_09	Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych, przepisy BHP	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Hierarchia montażu i technologii	2
La_02	Montaż drutowy	4
La_03	Technologia flip chip	4
La_04	Płytki obwodów drukowanych	4
La_05	Pasywne i aktywne elementy wykorzystywane w montażu	4
La_06	Podstawy procesu lutowania	4
La_07	Przegląd technologii lutowania	4
La_08	Wady połączeń lutowanych	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusja  
ND\_02 Konsultacje  
ND\_03 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium  
ND\_04 Krótkie, 10-minutowe wprowadzenie i ocena przygotowania studentów (na początku zajęć laboratoryjnych)  
ND\_05 Krótkie podsumowanie wyników wykonanych prac (na końcu zajęć laboratoryjnych)  
ND\_06 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do zajęć laboratoryjnych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Interpretacja wyników prac wykonanych w ramach zajęć laboratoryjnych

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Fałat T., Felba J., Matkowski P., Packaging of Electronics, Photonics and Microsystems, PRINTPAP Łódź, 2011
2. Tummala R.R., Fundamentals of Microsystem Packaging, McGraw-Hill, 2001

#### Literatura uzupełniająca

1. Felba J., Montaż w elektronice, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010
2. Ganesan S., Pecht M., Led-free Electronics, John Willey & Sons Inc., 2006
3. Harper Ch.A., Electronic Packaging and Interconnection Handbook, McGraw-Hill, 1991
4. Suhir E., Lee Y.C., Wong C.P., Micro- and Opto- Electronic Materials and Structures, Springer S+B Media Inc., 2007

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**prof. dr hab. inż. Jan Felba**, e-mail: jan.felba@pwr.edu.pl

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

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Diploma Seminar</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	<b>Diploma Seminar</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>II stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>ETD009586</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1,4

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

1. Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć 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 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Electronics, Photonics and Microsystems.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Electronics, Photonics and Microsystems.

Z zakresu kompetencji społecznych:  
 PEU\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, współdziałać i pracować w grupie.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wprowadzenie do zajęć.	1
Se 2	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych.	2
Se 3	Praca dyplomowa – omówienie przez studentów tematyki i zakresu przewidywanych prac badawczych.	3
Se 4	Prezentacja multimedialna CV każdego z uczestników seminarium	4
Se 5	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym.	8
Se 6	Praca dyplomowa – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników.	6
Se 7	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy.	4
Se 8	Podsumowanie zajęć i zaliczenie.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>F1</b>	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	Kontrola aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji.
<b>F2</b>	PEU_U01	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych.
<b>F3</b>	PEU_U01	Ocena prezentacji postępów w pracy dyplomowej.
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Regulamin Studiów w Politechnice Wrocławskiej, Oficyna PWr
- [2] Materiały z wykładów
- [3] Publikacje z zakresu realizowanej pracy dyplomowej

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

**dr hab. inż. Damian Pucicki, prof. uczelni, e-mail: damian.pucicki@pwr.edu.pl**



WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Sensors and actuators  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Sensors and actuators  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i Telekomunikacja  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d  
**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy  
**Kod przedmiotu:** ETD009588  
**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Z				
Liczba punktów ECTS	2				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2				

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

Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Uporządkowanie wiedzy na temat mikromechanicznych czujników i aktuatorów
- C02 Zapoznanie z podstawowymi właściwościami mikromechanicznych czujników
- C03 Zapoznanie z metodami i algorytmami analogowego i cyfrowego kondycjonowania sygnałów z czujników mikromechanicznych
- C04 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu czujników mikromechanicznych i aktuatorów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy**

- PEU\_W01 Ma wiedzę z zakresu podstaw techniki sensorowej w obszarze studiowanego kierunku studiów w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych i mechanicznych zasad działania sensorów z uwzględnieniem zależności między ich parametrami użytkowymi a budową; ponadto, ma wiedzę w zakresie podziału i technologii wykonywania sensorów

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Przegląd wybranych metod akwacji i detekcji wykorzystywanych w MEMS	2

Wy_02	Wstęp do mechaniki mikrostruktur, ugięcie i naprężenie w różnych strukturach mikromechanicznych	2
Wy_03	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: zasada działania, konstrukcja	3
Wy_04	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: parametry, kondycjonowanie sygnału wyjściowego, przykłady	2
Wy_05	Czujniki przyspieszenia i żyroskopy: zasada działania, konstrukcja, parametry i przykłady	2
Wy_06	Mikromaszyny jako mikrosystemy łączące czujniki i akulatory	2
Wy_07	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Praca własna - przygotowanie do kolokwium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<b><u>Literatura podstawowa</u></b>
1. M. Bao, Analysis and Design Principles of MEMS Devices, Elsevier, 2005

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b>dr hab. inż. Rafał Walczak, prof. uczelni</b> , e-mail: rafal.walczak@pwr.edu.pl

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>MOEMS</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>MOEMS</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Specjalność:	<b>Electronics, Photonics, Microsystems</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b> / <b>Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b> / <b>Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009589</b>
Grupa kursów:	<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		60		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Podstawy technologii mikrosystemów lub mikroinżynierii, bazowa wiedza na temat optoelektroniki i optyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Opanowanie wiedzy na temat mikrosystemów optycznych biernych i aktywnych mechanicznie
- C02 Przeprowadzenie własnych eksperymentów z wybranymi MEOMS-ami w skali laboratoryjnej
- C03 Udział studentów w badaniach naukowych w tematyce mikrosystemów optycznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

PEU\_W01 Ma pogłębioną wiedzę na temat procesów wytwarzania mikrosystemów optycznych, ich parametrów konstrukcyjnych i użytkowych

### Z zakresu umiejętności

PEU\_U01 Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu i przygotować opracowanie wyników

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEU\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie przyjmując w niej różne role

## TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Zbieżność konstrukcji i technologii MEMS-MEOMS, klasyfikacja MEOMS-ów, pole zastosowania, klasyfikacja, rynek i producenci, rys historyczny i przewidywany rozwój	2
Wy_02	Nieruchome komponenty mikro optyczne: sprzęgacze i mikrosoczewki, siatki dyfrakcyjne 1-D i 2-D, mikro-ławy optyczne i inne.	2
Wy_03	Ruchome komponenty mikro optyczne: lustra, przełączniki, mikro-optyka adaptacyjna, rzutniki DMD, mikroskopy konfokalne i SNOM on-chip, pamięć optyczno-mechaniczna	2
Wy_04	Modulatory i filtry optyczne, mikro-spektrofotometri LIGA	2
Wy_05	Mikro-czujniki wielkości fizycznych i chemicznych typu MEOMS, mikroczujniki w mikro-analityce. Mikro-czujniki fotometryczne VIS i NIR w chemii, biologii i medycynie	2
Wy_06	Mikro-czujniki fluorometryczne: czynnik skali, chromofory, źródła światła wzbudzonego i detektory, zastosowanie w DNA-chipach i metodzie ELISA i w instrumentach przenośnych	2
Wy_07	Zintegrowany mikrozegar atomowy z wykorzystaniem zjawiska CPT, magnetometri i interferometri zintegrowane	2
Wy_08	Podsumowanie oraz kolokwium	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wspomagane komputerowo modelowanie ugięcia membrany krzemowej	3
La_02	Optyczny światłowodowy miernik odległości jako precyzyjne narzędzie do pomiaru ugięcia membrany krzemowej	3
La_03	Pomiary spektrofotometryczne w świetle widzialnym VIS	3
La_04	Pomiary spektrofotometryczne w świetle podczerwonym NIR	3
La_05	Optyczny przełącznik światłowodowy MEMS	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład z prezentacjami i dyskusją  
ND\_02 Kartkówki na początku ćwiczeń  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny	Numer efektu uczenia się	Sposób osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEU_U01, PEU_K01	Dyskusje, kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. P. Rai-Choudhury, MEMS and MOEMS Technology and Applications, SPIE Press

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

<b>WYDZIAŁ ELEKTRONIKI MIKROSYSTEMÓW I FOTONIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>MATHEMATICS</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	<b>MATHEMATICS</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy)</b>	<b>Elektronika i Telekomunikacja</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 / ogólnouczelniany</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>MAT001449</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	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)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2	1,4			

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

1. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych.
2. Znajomość własności i zastosowań liczb zespolonych oraz macierzy.
3. Znajomość teorii i zastosowań szeregów liczbowych oraz szeregów potęgowych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z podstawowymi pojęciami dotyczącymi przestrzeni liniowych.
- C2 Zaprezentowanie podstawowych własności szeregów Fouriera i transformaty Fouriera.
- C3 Przedstawienie podstawowych pojęć, twierdzeń, metod i zastosowań dotyczących równań różniczkowych zwyczajnych z zastosowaniem do rozwiązywania równań pierwszego i drugiego rzędu oraz układów liniowych równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu.
- C4 Przedstawienie podstawowych pojęć, twierdzeń i metod dotyczących prostych równań różniczkowych cząstkowych oraz równań całkowych typu Volterra i Fredholma.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

- PEU\_W01 ma podstawową wiedzę z zakresu przestrzeni liniowej,
- PEU\_W02 ma podstawową wiedzę z zakresu szeregów Fouriera i transformaty Fouriera,
- PEU\_W03 ma podstawową wiedzę z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych ze szczególnym uwzględnieniem równań pierwszego i drugiego rzędu, oraz układów liniowych równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu,
- PEU\_W04 ma podstawową wiedzę z zakresu równań różniczkowych cząstkowych pierwszego i

drugiego rzędu oraz równań całkowych typu Volterra i Fredholma.

**Z zakresu umiejętności student**

- PEU\_U01 potrafi wyznaczać szeregi Fouriera i transformaty Fouriera podstawowych funkcji,  
 PEU\_U02 potrafi rozwiązywać równania pierwszego rzędu o zmiennych rozdzielonych, liniowe, jednorodne oraz Bernoulliego, drugiego rzędu sprowadzalne do równań rzędu pierwszego oraz równania o stałych współczynnikach, układy liniowe równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu metodami macierzowymi,  
 PEU\_U03 potrafi rozwiązywać proste równania różniczkowe cząstkowe oraz stosować metody iteracyjne do rozwiązywania równań całkowych typu Volterra i Fredholma.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

- PEU\_K01 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Przestrzeń liniowa skończenie wymiarowa i nieskończenie wymiarowa. Przykłady.	2
Wy2	Trygonometryczne szeregi Fouriera.	3
Wy3	Transformata Fouriera i jej podstawowe własności. Splot funkcji.	3
Wy4	Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego. Zagadnienie początkowe dla równania I-go rzędu. Pole kierunków. Twierdzenie Picarda o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego Cauchy'ego dla równania pierwszego rzędu.	2
Wy5	Równania różniczkowe liniowe pierwszego rzędu. Metoda czynnika całkującego. Równanie Bernoulliego. Krzywe ortogonalne.	3
Wy6	Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu. Zagadnienia początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych II-go rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu sprowadzalne do równań różniczkowych pierwszego rzędu.	3
Wy7	Równania różniczkowe zwyczajne liniowe drugiego rzędu jednorodne i niejednorodne. Metoda uzmienniania stałych.	2
Wy8	Układy jednorodne równań różniczkowych liniowych. Metoda Eulera.	2
Wy9	Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu. Całka równania liniowego jednorodnego. Równanie Clairauta. Równanie transportu.	3
Wy10	Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu. Równanie fali. Równanie ciepła. Równanie Laplace'a.	3
Wy11	Równania całkowe pierwszego i drugiego rodzaju, równania Fredholma i Volterra. Przykłady, równanie całkowe Abela. Równanie Fredholma z jądrem zdegenerowanym.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Analizowanie zagadnień związanych z pojęciami przestrzeni liniowej.	3
Ćw2	Wyznaczanie i badanie szeregów Fouriera.	3
Ćw3	Wyznaczanie transformaty Fouriera i splotów funkcji	2
Ćw4	Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego rzędu o zmiennych	4

	rozdzielonych, liniowych, jednorodnych oraz Bernoulliego. Zastosowania powyższych równań w technice.	
Ćw5	Rozwiązywanie równań różniczkowych drugiego rzędu i ich zastosowania w technice.	3
Ćw6	Rozwiązywanie układów liniowych równań różniczkowych.	3
Ćw7	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu.	3
Ćw8	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu.	3
Ćw9	Rozwiązywanie równań całkowych typu Volterra oraz Fredholma.	4
Ćw10	Kolokwia zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład – metoda tradycyjna lub z wykorzystaniem narzędzi multimedialnych.  
 N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.  
 N3 Konsultacje.  
 N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F(W)	PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F(C)	PEU_W01-PEU_W04	egzamin
P=F		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

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

- [1] W. Żakowski i W. Leśniński, Matematyka, Cz. IV, WNT, Warszawa 2002.
- [2] M. Gewert i Z. Skoczylas, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria, przykłady, zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2006.
- [3] F. Bierski, Funkcje zespolone – Szeregi Fouriera i przekształcenie Fouriera, przekształcenie całkowe Laplace'a, przekształcenie Laurenta, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 1999.
- [4] A. Piskorek, Równania całkowe. Elementy teorii i zastosowania, WNT, Warszawa, 1997.

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Muszyński, A. D. Myszkis, Równania różniczkowe zwyczajne, PWN, Warszawa 1984.
- [2] A. Palczewski, Równania różniczkowe zwyczajne, WNT, Warszawa 2004.
- [3] A. N. Tichonow, A. A. Samarski, Równania fizyki matematycznej, PWN, Warszawa 1963.
- [4] K. T. Tang, Mathematical Methods for Engineerd and Scientis 2, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.
- [5] K. T. Tang, Mathematical Methods for Engineerd and Scientis 3, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.

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

Wydziałowa Komisja Programowa ds. Kursów Ogólnouczelnianych  
 dr inż. Tomasz Grzywny (tomasz.grzywny@pwr.edu.pl)  
 dr Monika Muszkietta (monika.muszkietta@pwr.edu.pl)