

# **PROGRAM KSZTAŁCENIA**

**WYDZIAŁ:** *Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki*

**KIERUNEK:** *Elektronika i Telekomunikacja*

**z obszaru nauk technicznych**

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

**FORMA STUDIÓW:** *stacjonarna*

**PROFIL:** *ogólnoakademicki*

**SPECJALNOŚĆ:** *Mikrosystemy*

**JĘZYK STUDIÓW:** *polski*

Zawartość:

1. Zakładane efekty kształcenia – załącznik nr 1
2. Program studiów – załącznik nr 2
3. Syllabus – załącznik nr 3 (osobny tom)

Uchwała Rady Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki nr *120/11/2016-2020 z dnia 17 maja 2017 r.*

Obowiązuje od *01.10.2017 r.*

**Efekty kształcenia**  
**dla kierunku *Elektronika i Telekomunikacja***  
**studia II stopnia – profil ogólnoakademicki**

**Wydział: Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki**  
**Kierunek studiów: Elektronika i Telekomunikacja**  
**Stopień studiów: studia drugiego stopnia, stacjonarne**

Umiejscowienie kierunku w obszarze kształcenia

Kierunek studiów *Elektronika i Telekomunikacja* (EiT) należy do obszaru kształcenia w zakresie nauk technicznych i jest powiązany z takimi kierunkami studiów jak *Informatyka, Mechatronika, Automatyka i Robotyka*.

Osoba ubiegająca się na Wydziale Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej o przyjęcie na studia drugiego stopnia na kierunku EiT musi posiadać kwalifikacje pierwszego stopnia oraz kompetencje niezbędne do kontynuowania kształcenia na studiach drugiego stopnia na tym kierunku – kompetencje obejmujące w szczególności:

1. wiedzę z zakresu fizyki i matematyki, umożliwiającą zrozumienie podstaw fizycznych elektroniki i telekomunikacji oraz formułowanie i rozwiązywanie prostych zadań projektowych z tego zakresu,
2. wiedzę i umiejętności z zakresu analogowych i cyfrowych układów elektronicznych, metrologii, przyrządów półprzewodnikowych, przetwarzania sygnałów, podstaw telekomunikacji, umożliwiających pomiary, analizę, symulację i projektowanie prostych elementów oraz układów elektronicznych i telekomunikacyjnych,
3. umiejętność wykorzystania metod analitycznych, symulacyjnych i eksperymentalnych do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich,
4. wiedzę i umiejętności z zakresu architektury i oprogramowania systemów komputerowych,
5. wiedzę i umiejętności z zakresu metodyki i techniki programowania, umożliwiające sformułowanie algorytmu prostego problemu inżynierskiego i opracowanie oprogramowania w wybranym języku wysokiego poziomu, z wykorzystaniem właściwych narzędzi informatycznych,
6. umiejętności z zakresu interpretacji, prezentacji i dokumentacji wyników eksperymentu oraz prezentacji i dokumentacji zadania o charakterze projektowym.

Objaśnienia oznaczeń:

**K** (przed podkreślnikiem) – kierunkowe efekty kształcenia

**S** – specjalnościowe efekty kształcenia

**W** – kategoria wiedzy

**U** – kategoria umiejętności

**K** (po podkreślniku) – kategoria kompetencji społecznych

**P7U\_W, P7U\_U, P7U\_K** – uniwersalne charakterystyki poziomów w PRK

**P7S\_WG, P7S\_WK, P7S\_UW, P7S\_UK, P7S\_UO, P7S\_UU, P7S\_KK, P7S\_KO, P7S\_KR** – charakterystyki drugiego stopnia PRK

Dla precyzyjnego określenia odniesienia do definicji zapisanych w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji wprowadzono rozszerzenia oraz ponumerowano poszczególne składniki:

**P7S\_WG\_NT, P7S\_WK\_NT, P7S\_UW\_NT** – obszar kształcenia w zakresie nauk technicznych

**P7S\_WG\_INŻ, P7S\_WK\_INŻ, P7S\_UW\_INŻ** - kwalifikacje obejmujące kompetencje inżynierskie

<p><b>Efekty Kształcenia na II stopniu studiów dla kierunku <i>Elektronika i Telekomunikacja</i></b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b></p> <p style="text-align: center;">Po zakończeniu studiów II stopnia na kierunku <i>Elektronika i Telekomunikacja</i> absolwent:</p>	<p><b>Odniesienie efektów kształcenia do uniwersalnych charakterystyk w PRK, do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji uzyskiwanych na poziomie 7 oraz do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie na poziomie 7</b></p>
<b>WIEDZA</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_NT 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_NT 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_NT 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_NT P7S_WK_INŻ
K2eit_W12	ma podstawową wiedzę w zakresie zarządzania / zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej	P7S_WK P7S_WK_NT 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_NT P7S_WG_INŻ
	osiąga efekty w kategorii WIEDZA w jednej z następujących specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy – EMS</li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa – EOT</li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems – EPM</li> </ul>	

## UMIEJĘTNOŚCI

K2eit_U01	potrafi ocenić i wykorzystać elementy/obiekty o wymiarach nanometrowych (przede wszystkim elementy półprzewodnikowe oraz inne wykonane zróżnicowanymi technikami/technologiami)	P7S_UW P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
K2eit_U02	potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w zastosowaniach elektroniki kwantowej	P7S_UW P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
K2eit_U03	potrafi stosując metody programowania liniowego i nieliniowego rozwiązywać przykłady i zadania optymalizując postawiony cel	P7U_U P7S_UW P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ
K2eit_U04	potrafi wykorzystać poznane metody numeryczne do rozwiązywania typowych zagadnień inżynierskich	P7U_U P7S_UW P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_INŻ

K2eit_U08	potrafi przedstawić zasadę działania i podstawowe charakterystyki i konstrukcje aktuatorów wychylenia, wykorzystujących akcję 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 prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów	P7U_U P7S_UW P7S_UK P7S_UU P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT
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_UW4_NT P7S_UW4_INŻ
K2eit_U11	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi badawczymi	P7S_UW1_NT P7S_UW1_INŻ
K2eit_U12	potrafi ocenić przydatność i możliwości wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie technik i technologii związanych ze studiowanym kierunkiem studiów	P7S_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
K2eit_U14	potrafi zaproponować ulepszenia / usprawnienia istniejących rozwiązań technicznych	P7S_UW3_NT P7S_UW3_INŻ
K2eit_U15	potrafi ocenić i wykorzystać elementy półprzewodnikowe oraz inne wykonane różnicowanymi technikami/technologiami	P7S_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
K2eit_U16	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia	P7S_UU
	osiąga efekty w kategorii UMIEJĘTNOŚCI w jednej z następujących specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy – EMS</li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa – EOT</li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems – EPM</li> </ul>	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</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
	osiąga efekty w kategorii KOMPETENCJE w jednej z następujących specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy – EMS</li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa – EOT</li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems – EPM</li> </ul>	



## EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA SPECJALNOŚCI EMS

**Wydział:** Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki  
**Kierunek studiów:** Elektronika i Telekomunikacja  
**Stopień studiów:** drugiego stopnia, stacjonarne  
**Specjalność:** Mikrosystemy (EMS)

<b>Efekty Kształcenia na II stopniu studiów dla specjalności <i>Mikrosystemy</i></b>	<b>OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>  Po zakończeniu studiów II stopnia na kierunku <i>Elektronika i Telekomunikacja</i> w ramach specjalności <i>Mikrosystemy</i> absolwent:	<b>Odniesienie efektów kształcenia do uniwersalnych charakterystyk w PRK, do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji uzyskiwanych na poziomie 7 oraz do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie na poziomie 7</b>
<b>WIEDZA</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 zakresie 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, 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
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_NT 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_NT 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 M	P7S_WG_NT 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_NT 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</b>		
S2ems_U01	potrafi zaplanować proces technologiczny osadzania warstwy cienkiej, w tym z wykorzystaniem procesów zachodzących w wyładowaniach gazowych	P7U_U P7S_UW P7S_UW1_NT P7S_UW1_INŻ

S2ems_U02	potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań związanych z modelowaniem i projektowaniem mikrosystemów, integrować wiedzę pochodzącą z różnych źródeł	P7S_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
S2ems_U04	potrafi zaprogramować i uruchomić układy <i>FPGA</i>	P7S_UW4_NT P7S_UW4_INŻ
S2ems_U05	potrafi ocenić i wykorzystać elementy/obiekty o wymiarach mikrometrowych (przede wszystkim elementy czujnikowe/sensorowe oraz inne wykonane zróżnicowanymi technikami/technologiami)	P7S_UW P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
S2ems_U06	potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w mikrosystemach	P7S_UW P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
S2ems_U07	potrafi, stosując metody programowania liniowego i nieliniowego, rozwiązywać przykłady i zadania optymalizując parametry mikrosystemów	P7U_U P7S_UW P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ
S2ems_U08	potrafi wykorzystać poznane metody numeryczne podczas projektowania konstrukcji MEMS	P7U_U P7S_UW P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
S2ems_U11	potrafi w zależności od wymagań oraz dostępnych rozwiązań i parametrów eksploatacyjnych dobrać i zastosować odpowiednie źródło zasilania mikrosystemu	P7S_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
S2ems_U12	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań (układów, systemów elektroniki użytkowej i przemysłowej) o charakterze innowacyjnym	P7S_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
S2ems_U13	potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC	P7S_UW2_NT P7S_UW2_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_UW4_NT P7S_UW4_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_UW2_NT P7S_UW2_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_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ
S2ems_U17	potrafi planować, bezpiecznie wykonywać pomiary oraz opracowywać wyniki pomiarów	P7S_UW1_NT P7S_UW1_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_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_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_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ
S2ems_U20	potrafi zaprojektować, wykonać i przeprowadzić badania wytworzonych lub handlowo dostępnych czujników oraz wyznaczyć ich parametry użytkowe	P7S_UW1_NT P7S_UW4_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW4_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_UW1_NT P7S_UW4_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW4_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 prezentacje ustną dotyczącą zagadnień z zakresu 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_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
S2ems_U26	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 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</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

## PROGRAM STUDIÓW

## 1. Opis

<p><i>Liczba semestrów:</i> <b>3</b></p>	<p><i>Liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji:</i> <b>90</b></p>
<p><i>Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów II stopnia):</i></p> <p><i>1. O kolejności przyjęć decyduje wskaźnik rekrutacyjny WII.</i></p> <p><i>2. Na studia przyjmowani są absolwenci studiów pierwszego stopnia na kierunku Elektronika i Telekomunikacja lub kierunków pokrewnych z tytułem zawodowym inżyniera lub magistra inżyniera (dowolnego kierunku z listy kierunków pokrewnych)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• automatyka i robotyka</i></li> <li><i>• elektronika i telekomunikacja</i></li> <li><i>• elektronika</i></li> <li><i>• telekomunikacja</i></li> <li><i>• elektrotechnika</i></li> <li><i>• energetyka</i></li> <li><i>• fizyka</i></li> <li><i>• fizyka techniczna</i></li> <li><i>• informatyka</i></li> <li><i>• inżynieria biomedyczna</i></li> <li><i>• inżynieria materiałowa</i></li> <li><i>• matematyka</i></li> <li><i>• matematyka stosowana</i></li> <li><i>• mechatronika</i></li> <li><i>• mechanika i budowa maszyn</i></li> </ul>	<p><i>Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy: <b>magister inżynier</b> kwalifikacje II stopnia</i></p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• teleinformatyka</li> <li>• optyka</li> </ul> <p><i>Wskaźnik rekrutacyjny</i>      <math>WII = D \times 10 + RK + OD</math></p> <p><i>D - Ocena na dyplomie</i></p> <p><i>RK - Rozmowa kwalifikacyjna</i></p> <p><i>Wydział zastrzega sobie prawo do rozmowy kwalifikacyjnej w przypadku liczby kandydatów przekraczającej przyjęte limity miejsc.</i></p> <p><i>Przy rezygnacji z rozmowy kwalifikacyjnej wartość RK jest równa zero.</i></p> <p><i>OD - Ocena dorobku</i></p> <p><i>Ocena dorobku nie będzie przeprowadzana – OD = 0</i></p>	
<p><i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p><b><i>Absolwent jest przygotowany do podjęcia studiów III stopnia</i></b></p>	<p><i>Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:</i></p> <p><i>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 informatycznej oraz w zakresie nowych materiałów i nowych technologii. Oferowane w ramach kierunku „elektronika i telekomunikacja”, specjalności (EOT, EMS) 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 nowoczesnego sprzętu komputerowego i sieciowego oraz oprogramowania, znajomość języków obcych pozwalają absolwentom na</i></p>

***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.***

***Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:***

*Politechnika Wroclawska jest akademicką uczelnią publiczną o statusie uniwersytetu technicznego, działającą na podstawie ustawy z dnia 27 lipca 2005 - „Prawo o szkolnictwie wyższym” oraz Statutu Uczelni. W Planie Rozwoju Politechniki Wroclawskiej znajduje się stwierdzenie „Sformułowanie misji akcentuje rolę Uczelni w podtrzymaniu i rozwijaniu kompetencji związanych z kulturą eksperymentu. Kompetencje te stworzyły współczesną cywilizację, warunkują jej istnienie i są głównymi czynnikami rozwoju. W czasach, gdy eksperymenty zastępowane są przez procedury a pozory liczą się bardziej niż fakty, misja taka ma znaczenie fundamentalne.*

*Akcent na kreatywność, która zmienia trajektorie przyszłości.*

*Akcent na profesjonalizm i twarde umiejętności, które warunkują funkcjonowanie technosfery.*

*Akcent na partnerskie współdziałanie z otoczeniem i partnerami zewnętrznymi, które wzmacnia efekty działań i ułatwia ich osiągnięcie.”*

*To sformułowanie zostało wprost przeniesione do Planu Rozwoju Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki z tym, że słowo „Uczelnia” zostało zastąpione przez „Wydział” Oznacza to, że aby uczelnia akademicka mogła pełnić rolę centrum intelektualnego musi rozumieć świat współczesny i mieć wizję przyszłości. Jako pełnowartościowy uniwersytet techniczny Politechnika Wroclawska „łączy wysokie kompetencje teoretyczne, badawcze i eksperckie z dydaktycznymi i wychowawczymi”. Dlatego Politechnika/Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wroclawskiej „charakteryzuje się wysoką użytecznością zewnętrzną”. Wspomniany już plan rozwoju Wydziału mówi, iż „Na Wydziale dominują badania technologiczne i projektowe związane z mikro- i nanoelektroniką, mikro- i nanosystemami oraz mikro- i nanofotoniką. Ta tematyka badawcza przekłada się na realizowany profil kształcenia, szczególnie na II i III stopniu. Profil kształcenia uzupełniają prowadzone centralnie dla całej społeczności studenckiej PWr nauki humanistyczne i społeczne, które ugruntowują cywilizacyjnie edukację inżynierów”. Tak zarysowana misja i wizja Uczelni/Wydziału została przeniesiona na proponowany przez Wydział model kształcenia – „na interaktywne, dyskursywne i eksperymentalne kształtowanie umiejętności ... studentów”. Obecnie Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wroclawskiej kształci inżynierów i magistrów inżynierów specjalistów w zakresie elektroniki, fotoniki, informatyki i telekomunikacji. Absolwent Wydziału umie projektować i stosować elektroniczne układy scalone – analogowe i cyfrowe. Wie jak projektować i stosować lasery, światłowody i ogniwa fotowoltaiczne w elektrowniach słonecznych. Umie projektować i eksploatować sieci telekomunikacyjne i teleinformatyczne. Umie projektować, wytwarzać i stosować mikro- i nanosystemy, tj. mikroroboty, których potrzebuje medycyna, przemysł motoryzacyjny, lotniczy i farmaceutyczny oraz ochrona środowiska, ochrona obiektów i przemysł zbrojeniowy. Natomiast w perspektywie roku 2020 Wydział planuje prowadzić samodzielnie lub we współpracy z innymi jednostkami podstawowymi Politechniki Wroclawskiej następujące kierunki studiów: „Elektronika – I i II stopień (II stopień ukierunkowany na mikro- i nanoinżynierię), Optoelektronika (ewentualnie Fotonika) – I i II stopień, Mechatronika – I i II stopień, Inżynieria Materiałowa – I stopień.” Jest to związane z interdyscyplinarnym w wielu miejscach charakterem prowadzonych przez Wydział prac badawczych i badawczo-rozwojowych. Planujemy także prowadzenie „w zakresie naszych kompetencji dydaktycznych prowadzić studia podyplomowe oraz studia II i III wieku”. W przygotowanej i realizowanej koncepcji leży kształcenie specjalistów i innowatorów, uwzględniające indywidualne możliwości studentów. Chcemy stymulować umiejętności zwiększające konkurencyjność na rynku pracy i uczyć kooperacji oraz zapewniać kontakty międzynarodowe. Drogą do tego jest m.in. śledzenie ewolucji wydziałów zbliżonych tematycznie w świecie i adaptacja sensownych rozwiązań do naszej specyfiki. Studenci spełniający określone warunki mogą otrzymać indywidualnego opiekuna i studiować według ścieżek interdyscyplinarnych, kształtowanych pod kątem osobistych zainteresowań*

*(zadanie to jest możliwe do realizacji na Wydziale z uwagi na bardzo korzystne relacje liczbowe między liczbą studentów a liczbą nauczycieli akademickich). Staramy się, aby programy kształcenia zawierały w odpowiednich proporcjach wiedzę bezpośrednio przydatną zawodowo, wiedzę umożliwiającą późniejsze adaptacje zawodowe oraz wiedzę kształtującą racjonalny obraz świata.*

## **2. Dziedziny nauki i dyscypliny naukowe, do których odnoszą się efekty kształcenia:**

***Dziedzina: nauki techniczne***

***Dyscyplina: elektronika***

## **3. Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów kształcenia z potrzebami rynku pracy**

*Zasoby wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych studentów/absolwentów kierunku „elektronika i telekomunikacja” Wydziału są wynikiem przypisania efektów kształcenia na określonym stopniu studiów odnoszących się do realizowanych kursów. Specjalnościowe efekty kształcenia, odniesione do efektów kształcenia dla obszaru nauk technicznych, winny zapewnić studentom/absolwentom (określonego stopnia kształcenia) posiadanie elementarnej wiedzy (I stopień) i podbudowanej teoretycznie wiedzy szczegółowej (II stopień) w zakresie spektrum dziedzin inżynierskich powiązanych z kierunkiem studiów Elektronika i Telekomunikacja lub innymi dyscyplinami. Przyjęte rozwiązania dotyczące „przyrostu” kompetencji przy przejściu na wyższy poziom kwalifikacji z jednoczesnym zapewnieniem „otwartości” studiów stopni I i II daje możliwość przyswajania na stopniu wyższym bardziej zaawansowanej wiedzy i umiejętności (przy określonych kompetencjach społecznych) w węższym zakresie tematycznym. Tę świadomość poziomu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla studentów/absolwentów I i II stopnia studiów winni mieć potencjalni przyszli pracodawcy.*

*Zdobyta wiedza podstawowa jak i wiedza szczegółowa dotycząca 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 medycyna czy ochrona środowiska.*

*Zakładanym efektem, osiąganym w procesie kształcenia, dotyczącym wiedzy jest posiadanie przez absolwenta podstawowej 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 osiągnięte są przez realizację kursów ogólnouczeniowych. Tego rodzaju 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 kształcenia 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 osiągnięte przy realizacjach kursów typu laboratoryjnego oraz kursu Praktyka zawodowa. Student/absolwent powinien widzieć potrzebę ulepszania i usprawniania procesu produkcji, czy też istniejących na stanowisku pracy istniejących rozwiązań technicznych. Po osiągnięciu efektów kształcenia 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 osiągniętych na kierunku kształcenia specjalnościowych efektów kształcenia 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 absolwentów. Weryfikacja zgodności zakładanych efektów kształcenia z oczekiwaniami i potrzebami rynku następuje również podczas licznych kontaktów naszych absolwentów z pracownikami Wydziału.

#### 4. Lista modułów kształcenia

##### 4.1. Lista modułów obowiązkowych

##### 4.1.1. Lista modułów kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Moduł *Przedmioty humanistyczno-menadżerskie*

L. P.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	FLH121521W	Filozofia nauki i techniki	1						15	60	2	1,2	T	Z	O		KO	Ob.
		Razem	1	0	0	0	0		15	60	2	1,2						

##### Razem dla modułu kształcenia ogólnego:

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	1,2

## 4.1.2. Lista modułów z zakresu nauk podstawowych

### 4.1.2.1. Moduł *Matematyka*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	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.	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						

### 4.1.2.2. Moduł *Fizyka*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	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.	ETD008078W	Elektronika ciała stałego	2					K2eit_W02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob.
Razem			2	0	0	0	0		30	60	2	1,2						

### Razem dla modułów 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	

### 4.1.3. Lista modułów kierunkowych

#### 4.1.3.1. Moduł *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <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_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.
6.	ETD008077C	Metody optymalizacji		1				K2eit_U03 K2eit_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
7.	ETD008079W	Nanotechnologia	1					K2eit_W01	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob.
8.	ETD008079S	Nanotechnologia					2	K2eit_U01 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
9.	ETD008086W	Czujniki i aktuatory	1					K2eit_W13	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						

#### Razem dla modułów kierunkowych:

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

### 4.1.3. Lista modułów specjalnościowych

#### 4.1.3.1. Moduł *Przedmioty obowiązkowe specjalnościowe*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	ETD008270W	Programowalne układy logiczne	1					S2ems_W04	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
2.	ETD008270P	Programowalne układy logiczne				1		S2ems_U04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
3.	ETD008271W	Modelowanie mikrosystemów	1					S2ems_W02	15	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
4.	ETD008271L	Modelowanie mikrosystemów			2			S2ems_U02 S2ems_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
5.	ETD008274W	Autonomiczne systemy zasilające	2					K2eit_W11	30	60	2	1,2	T	Z			S	Ob.
6.	ETD008276W	Techniki próżniowe i plazmowe	2					S2ems_W01	30	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
7.	ETD009280W	Metody diagnostyczne	3					S2ems_W15	45	90	3	1,8	T	Z			S	Ob.
8.	ETD009280C	Metody diagnostyczne		2				S2ems_U19 S2ems_K09	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	Ob.
9.	ETD009281W	Mikrosystemy analityczne	1					S2ems_W14	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
10.	ETD9009281L	Mikrosystemy analityczne			1			S2ems_U15 S2ems_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
11.	ETD009282W	Mikrosystemy ceramiczne	2					S2ems_W13 S2ems_U13	30	60	2	1,2	T	E			S	Ob.
12.	ETD009282P	Mikrosystemy ceramiczne				1		S2ems_U14 S2ems_K08	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
13.	ETD009290W	Sensory	3					S2ems_W16	45	60	2	1,2	T	E			S	Ob.
14.	ETD009290L	Sensory			2			S2ems_U20 S2ems_K08	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
15.	ETD009291W	Systemy operacyjne	1					S2ems_W17	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
16.	ETD009291L	Systemy operacyjne			1			S2ems_U21 S2ems_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
17.	ETD009292W	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych	1					S2ems_W03	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
18.	ETD009292P	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych				2		S2ems_U22 S2ems_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
19.	ETD009283S	Postępy elektroniki i mikrosystemów					2	K2eit_W01- K2eit_W12 S2ems_W12 K2eit_U01- K2eit_U16 S2ems_U01 S2ems_U26 S2ems_K11	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
20.	ETD009293W	Elektronika polimerowa i molekularna	2					S2ems_W22	30	60	2	1,2	T	Z			S	Ob.
Razem			19	2	6	4	2		495	1080	36	23,5						

### Razem dla modułów specjalnościowych:

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	4	2	495	1080	36	23,5

## 4.2. Lista modułów wybieralnych

### 4.2.1. Lista modułów kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Moduł *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie*

L. P.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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>
	MCM023001BK	Zarządzanie i logistyka																
1.	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2					K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z			KO	W
2.	MCM023002W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2					K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z			KO	W
		Razem	2	0	0	0	0		30	90	3	1,8						

#### 4.2.1.2. Moduł *Języki obce*

L. P.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	JZL100709BK	Język obcy B2+		1					15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
2.	JZL100710BK	Język obcy A1/A2		3					45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
		Razem	0	4	0	0	0		60	90	3	2,1						



### Razem dla modułów kształcenia ogólnego:

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

## 4.2.3. Lista modułów kierunkowych

### 4.2.3.2. Moduł Praca dyplomowa

L. P.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	ETD009286S	Seminarium dyplomowe					2	K2eit_W01-K2eit_W12 S2ems_W01-S2ems_W24 K2eit_U01-K2eit_U16 S2ems_U01-S2ems_U27 S2ems_K01 S2ems_K03	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W
2.	ETD009287D	Praca dyplomowa magisterska						S2ems_W21 S2ems_U24 S2ems_K01	180	600	20	14	T	Z		P	S	W
Razem			0	0	0	0	2		210	690	23	16,1						

### Razem dla modułu praca dyplomowa:

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	0	0	0	2	210	690	23	16,1

### 4.3. Moduł praktyk

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

### 4.4. Moduł praca dyplomowa

<b>Typ pracy dyplomowej</b>	<b>magisterska</b>		
<b>Liczba semestrów pracy dyplomowej</b>	<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>Kod</b>	
<b>1</b>	<b>20</b>	<b>ETD009287</b>	
<b>Charakter pracy dyplomowej</b>			
<b>Literaturowa, projekt, program komputerowy, itp.....</b>			
<b>Liczba punktów ECTS BK<sup>1</sup></b> <b>14</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 RTS)</li> <li>- użytkowym, (Ocena użyteczności)</li> <li>- aplikacyjnym, (Zastosowanie heterostruktury w konstrukcji)</li> <li>- badawczym, (Badanie ,charakteryzacja)</li> <li>- przeglądowym (Stan wiedzy dot. mechanizmów wzrostu).</li> </ul>		

### 5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia
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, recenzja, obrona pracy

### 6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK<sup>1</sup>)

60,1 ECTS

### 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

**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	55
Łączna liczba punktów ECTS	67

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

10 ECTS

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

66 ECTS

## **11. Zakres egzaminu dyplomowego**

### **EiT (studia II stopnia) – zagadnienia kierunkowe**

1. Błędy metod numerycznych – rodzaje i przyczyny.
2. Co to jest nanotechnologia? Przedstawić wpływ tej dziedziny na rozwój technologii urządzeń elektronicznych.
3. Co to jest spintronika? Przedstawić wybrane przyrządy elektroniki spinowej.
4. Elektronika molekularna – przedstawić wybrane elementy oraz zasady ich działania.
5. Klasyfikacja czujników ciśnienia wykonanych w technologii MEMS.
6. Klasyfikacja diod – porównanie, właściwości, zastosowania.
7. Klasyfikacja nanostruktur – omówić podstawowe nanostruktury stosowane w elektronice.
8. Klasyfikacja tranzystorów – porównanie, właściwości, zastosowania.
9. Komputer kwantowy i komputer optyczny – przedstawić zasadę działania oraz porównać z komputerem klasycznym.
10. Metody aproksymacji, interpolacji oraz ekstrapolacji stosowane w badaniach eksperymentalnych.
11. Metody optymalizacji oraz planowania eksperymentu DoE (ang. Design of Experiment) w pracach naukowo-badawczych oraz technologicznych.
12. Metody wytwarzania struktur samoorganizujących.
13. Mikromaszyny – przedstawić wybrane rozwiązania konstrukcyjne.
14. Na czym polega statystyczne sterowanie jakością?
15. Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe – model, materiały i zastosowania.
16. Omówić jakie zagrożenia stwarza nanotechnologia dla człowieka, cywilizacji oraz środowiska naturalnego.
17. Omówić metodę Monte Carlo w zastosowaniu do rozwiązywania zadań projektowych.
18. Omówić metody aktuacji wykorzystywane w układach MEMS.
19. Omówić metody detekcji wykorzystywane w układach MEMS.
20. Omówić rodzaje emisji elektronów z ciała stałego.
21. Omówić wpływ warunków pracy na niezawodność elementów elektronicznych.
22. Przedstawić charakterystykę stanu nadprzewodnictwa w nadprzewodnikach konwencjonalnych.
23. Przedstawić i omówić stosowane w pracach inżynierskich numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych.
24. Przedstawić i omówić wybrane zjawiska kwantowe.
25. Przedstawić modele niezawodności elementów elektronicznych.
26. Przedstawić zasadę działania tranzystora QWr-FET (ang. Quantum Wire Field Effect Transistor) oraz tranzystora SET (ang. Single Electron Transistor).
27. Wymienić i omówić mechanizmy uszkodzeń elementów elektronicznych.

28. Wymienić i omówić metody analizy statystycznej, które są wykorzystywane w pracach naukowo-badawczych.
29. Wymienić i omówić numeryczne metody różniczkowania i całkowania.
30. Wymienić i omówić stosowane metody testowania hipotez.

### **EiT (studia II stopnia) – zagadnienia specjalnościowe EMS**

1. Cechy charakterystyczne procesorów RISC i CISC. Analiza porównawcza.
2. Czujniki do pomiaru temperatury, rodzaje, parametry.
3. Czujniki inteligentne - stopnie integracji czujników.
4. Definicja czujnika optoelektronicznego, schemat i podstawowe elementy światłowodowego systemu pomiarowego.
5. Detekcja ruchu w systemach alarmowych.
6. Diagnostyka materiałów na podstawie zjawiska transmisji światła.
7. DNA chip – budowa, działanie, zastosowania.
8. Dozowniki gazów wykonane techniką LTCC (mikrozawory, mikropompki, czujniki przepływu) – konstrukcja, zasada działania.
9. Elektroniczny słuch – od aparatu słuchowego do implantu pniowego.
10. Inteligentny budynek – idea, stosowane systemy.
11. Interfejsy szeregowo stosowane w mikrokontrolerach jednocukładowych.
12. Konstrukcja i zasada działania grubowarstwowych czujników gazu wykonanych z SnO<sub>2</sub> - właściwości, zalety, wady.
13. Krótka charakterystyka urządzeń peryferyjnych występujących w typowym mikrokontrolerze jednocukładowym.
14. Mechanizm przerwań w mikroprocesorze – działanie i programowanie.
15. Metody pomiaru wysokiej i bardzo wysokiej próżni.
16. Metody wytwarzania wysokiej i bardzo wysokiej próżni.
17. Model oscylatora harmonicznego drgań belki mikromechanicznej.
18. Omówić zjawiska zachodzące w wyniku oddziaływania światła z ciałem stałym.
19. Piezorezystywna detekcja sił i wychyleń w układach MEMS.
20. Połączenie jądra procesora z urządzeniami peryferyjnymi i pamięcią.
21. System kontroli dostępu – rodzaje, bezpieczeństwo.
22. Techniki PVD i CVD – zalety i wady.
23. Tryby pracy układu typu „timer/counter”. Sposób programowania. Połączenia zewnętrzne.
24. Wymienić i omówić zjawiska fizyczne wykorzystywane do modulacji amplitudy fali świetlnej w światłowodowych układach czujnikowych.
25. Wzbudzanie i kontrolowanie przepływu cieczy i gazów w mikro kanałach.

26. Zasada działania biosensorów.
27. Zasada działania czujników potencjometrycznych.
28. Zasada działania kamertonu piezoelektrycznego.
29. Zasady projektowania membranowych, krzemowych mikromechanicznych czujników ciśnienia.
30. Zdefiniować pojęcie plazmy wyładowania gazowego, opisać jej naturę oraz dokonać klasyfikacji ze względu na przyjęte kryteria podziału.

**12. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

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

**13. Plan studiów (załącznik nr 1)**

Zaopiniowane przez wydziałowy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis dziekana

## PLAN STUDIÓW

**WYDZIAŁ:** *Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki*

**KIERUNEK:** *Elektronika i Telekomunikacja*

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

**FORMA STUDIÓW:** *stacjonarna*

**PROFIL:** *ogólnoakademicki*

**SPECJALNOŚĆ:** *Mikrosystemy*

**JĘZYK STUDIÓW:** *polski*

Uchwała Rady Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki nr *120/11/2016-2020* z *dnia 17 maja 2017 r.*

Obowiązuje od *01.10.2017 r.*



Wydział: **Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki**  
 Kierunek: **Elektronika i Telekomunikacja**  
 Specjalność: **Mikrosystemy**  
 Studia: **drugiego stopnia, stacjonarne**

Uchwała RW z dnia: **17.05.2017 r.**  
 Obowiązuje od: **01.10.2017 r.**

### STRUKTURA PROGRAMU NAUCZANIA W UKŁADZIE GODZINOWYM I PUNKTOWYM

	26 h	I	30 p	26 h	II	30 p	8 h	III	30 p
28									
27									
26	ETD8274	2W	20000	2W	10000	Filozofia nauki i techniki*			
25	Autonomiczne systemy zasilające								
24	ETD8276	1W	20000E	Język obcy A1/A2		2C			
	Techniki próżniowe i plazmowe								
23	ETD8271	1W + 2L	10200E						
22	Modelowanie mikrosystemów			ETD9282	2W + 2P	20010E			
21				Mikrosystemy ceramiczne					
20	ETD8270	1W + 2P	10010						
19	Programowalne układy logiczne			ETD9281	1W + 2L	10100			
18	ETD8086	2W	10000	Mikrosystemy analityczne				<b>ETD9287</b>	
17	ETD8079	1W + 2S	10002					<b>20D</b>	
16	Nanotechnologia			ETD9280	3W + 3C	32000			
15								<b>12 godz.</b>	
14	ETD8078	2W	20000	Metody diagnostyczne					
13	Elektronika ciała stałego							<b>Praca dyplomowa magisterska</b>	
12	ETD8077	1W + 2C	11000						
11	Metody optymalizacji			ETD9290	2W + 2L	30200E			
10	ETD8076	1W + 2L	10100						
9	Metody numeryczne			Sensory					
8	ETD8075	1W + 2C	11000				ETD9286	3S	00002
7	Metody statystyczne w EMF			ETD9291	1W + 2L	10100	Seminarium dyplomowe		
6				Systemy operacyjne			ETD9283	2S	00002
5	MAT1437	2W + 2C	22000E	ETD9292	1W + 2P	10020	Postępy elektroniki i mikrosystemów		
4	Matematyka			Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych			ETD9293	2W	20000
3							Elektronika polimerowa i molekularna		
2	Język obcy 2B+		1C	ETD9077	1W + 2P	10010	3W 20000		
1	d <sub>I</sub> =12			Diagnostyka i niezawodność			Kurs wybieralny menadżerski		
				d <sub>II</sub> =6			d <sub>III</sub> =0		

### Legenda

Kursy z zakresu nauk podstawowych	
Kursy z zakresu kształcenia ogólnego	
Kursy kierunkowe	
Kursy specjalnościowe	
Kursy obowiązkowe	
Kursy wybieralne	<b>ETD</b>

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

## Semestr 1

### Kursy obowiązkowe

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	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.	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_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_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
9.	ETD008078W	Elektronika ciała stałego	2					K2eit_W02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob.
10.	ETD008079W	Nanotechnologia	1					K2eit_W01	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob.
11.	ETD008079S	Nanotechnologia					2	K2eit_U01 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
12.	ETD008086W	Czujniki i aktuatory	1					K2eit_W13	15	60	2	1,2	T	Z			K	Ob.
13.	ETD008270W	Programowalne układy logiczne	1					S2ems_W04	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
14.	ETD008270P	Programowalne układy logiczne				1		S2ems_U04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
15.	ETD008271W	Modelowanie mikrosystemów	1					S2ems_W02	15	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
16.	ETD008271L	Modelowanie mikrosystemów			2			S2ems_U02 S2ems_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
17.	ETD008274W	Autonomiczne systemy zasilające	2					K2eit_W11	30	60	2	1,2	T	Z			S	Ob.
18.	ETD008276W	Techniki próżniowe i plazmowe	2					S2ems_W01	30	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
		Razem	15	4	3	1	2		375	870	29	18,8						

### Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	JZL100709BK	Język obcy B2+		1					15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
		Razem	0	1	0	0	0		15	30	1	0,7						

### 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

## Semestr 2

### Kursy obowiązkowe

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	FLH121521W	Filozofia nauki i techniki	1						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.
4.	ETD009280W	Metody diagnostyczne	3					S2ems_W15	45	90	3	1,8	T	Z			S	Ob.
5.	ETD009280C	Metody diagnostyczne		2				S2ems_U19 S2ems_K09	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	Ob.
6.	ETD009281W	Mikrosystemy analityczne	1					S2ems_W14	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
7.	ETD9009281L	Mikrosystemy analityczne			1			S2ems_U15 S2ems_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
8.	ETD009282W	Mikrosystemy ceramiczne	2					S2ems_W13 S2ems_U13	30	60	2	1,2	T	E			S	Ob.
9.	ETD009282P	Mikrosystemy ceramiczne				1		S2ems_U14 S2ems_K08	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
10.	ETD009290W	Sensory	3					S2ems_W16	45	60	2	1,2	T	E			S	Ob.
11.	ETD009290L	Sensory			2			S2ems_U20 S2ems_K08	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
12.	ETD009291W	Systemy operacyjne	1					S2ems_W17	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
13.	ETD009291L	Systemy operacyjne			1			S2ems_U21 S2ems_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
14.	ETD009292W	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych	1					S2ems_W03	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
15.	ETD009292P	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych				2		S2ems_U22 S2ems_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
Razem			13	2	4	4	0		345	840	28	18,3						

### Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	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>
1.	JZL100710BK	Język obcy A1/A2		3					45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
		Razem	0	3	0	0	0		45	60	2	1,4						

### 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

## Semestr 3

### Kursy obowiązkowe

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD009283S	Postępy elektroniki i mikrosystemów						K2eit_W01- K2eit_W12, S2ems_W12 K2eit_U01- K2eit_U16, S2ems_U01 S2ems_U26 S2ems_K11	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
2.	ETD009293W	Elektronika polimerowa i molekularna	2					S2ems_W22	30	60	2	1,2	T	Z			S	Ob.
3.	ETD009286S	Seminarium dyplomowe						K2eit_W01- K2eit_W12, S2ems_W01- S2ems_W24 K2eit_U01- K2eit_U16, S2ems_U01- S2ems_U27S 2ems_K01, S2ems_K03	30	90	3	2,1	T	Z		P	S	W
4.	ETD009287D	Praca dyplomowa magisterska						S2ems_W21 S2ems_U24 S2ems_K01	180	600	20	14	T	Z		P	S	W
Razem			2	0	0	0	4		270	810	27	18,7						

## Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	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>
	<b>MCM023001BK</b>	<b>Zarządzanie</b>																
1.	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2				K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
2.	MCM023003W	Zarządzanie przedsięwzięciem	2				K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
		Razem	2	0	0	0		30	90	3	1,8							

## 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				
4	0	0	0	4	300	900	30	20,5

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy 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 wydziałowego organu uchwałodawczego samorządu studenckiego

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis dziekana



# **PROGRAM KSZTAŁCENIA**

**WYDZIAŁ:** *Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki*

**KIERUNEK:** *Elektronika i Telekomunikacja*

**z obszaru nauk technicznych**

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

**FORMA STUDIÓW:** *stacjonarna*

**PROFIL:** *ogólnoakademicki*

**SPECJALNOŚĆ:** *Optoelektronika i technika światłowodowa*

**JĘZYK STUDIÓW:** *polski*

Zawartość:

1. Zakładane efekty kształcenia – załącznik nr 1
2. Program studiów – załącznik nr 2
3. Syllabus – załącznik nr 3 (osobny tom)

Uchwała Rady Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki nr *121/11/2016-2020* z *dnia 17 maja 2017 r.*

Obowiązuje od *01.10.2017 r.*

**Efekty kształcenia**  
**dla kierunku *Elektronika i Telekomunikacja***  
**studia II stopnia – profil ogólnoakademicki**

**Wydział: Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki**  
**Kierunek studiów: Elektronika i Telekomunikacja**  
**Stopień studiów: studia drugiego stopnia, stacjonarne**

Umiejscowienie kierunku w obszarze kształcenia

Kierunek studiów *Elektronika i Telekomunikacja* (EiT) należy do obszaru kształcenia w zakresie nauk technicznych i jest powiązany z takimi kierunkami studiów jak *Informatyka, Mechatronika, Automatyka i Robotyka*.

Osoba ubiegająca się na Wydziale Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej o przyjęcie na studia drugiego stopnia na kierunku EiT musi posiadać kwalifikacje pierwszego stopnia oraz kompetencje niezbędne do kontynuowania kształcenia na studiach drugiego stopnia na tym kierunku – kompetencje obejmujące w szczególności:

1. wiedzę z zakresu fizyki i matematyki, umożliwiającą zrozumienie podstaw fizycznych elektroniki i telekomunikacji oraz formułowanie i rozwiązywanie prostych zadań projektowych z tego zakresu,
2. wiedzę i umiejętności z zakresu analogowych i cyfrowych układów elektronicznych, metrologii, przyrządów półprzewodnikowych, przetwarzania sygnałów, podstaw telekomunikacji, umożliwiających pomiary, analizę, symulację i projektowanie prostych elementów oraz układów elektronicznych i telekomunikacyjnych,
3. umiejętność wykorzystania metod analitycznych, symulacyjnych i eksperymentalnych do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich,
4. wiedzę i umiejętności z zakresu architektury i oprogramowania systemów komputerowych,
5. wiedzę i umiejętności z zakresu metodyki i techniki programowania, umożliwiające sformułowanie algorytmu prostego problemu inżynierskiego i opracowanie oprogramowania w wybranym języku wysokiego poziomu, z wykorzystaniem właściwych narzędzi informatycznych,
6. umiejętności z zakresu interpretacji, prezentacji i dokumentacji wyników eksperymentu oraz prezentacji i dokumentacji zadania o charakterze projektowym.

Objaśnienia oznaczeń:

**K** (przed podkreślnikiem) – kierunkowe efekty kształcenia

**S** – specjalnościowe efekty kształcenia

**W** – kategoria wiedzy

**U** – kategoria umiejętności

**K** (po podkreślniku) – kategoria kompetencji społecznych

**P7U\_W, P7U\_U, P7U\_K** – uniwersalne charakterystyki poziomów w PRK

**P7S\_WG, P7S\_WK, P7S\_UW, P7S\_UK, P7S\_UO, P7S\_UU, P7S\_KK, P7S\_KO, P7S\_KR** – charakterystyki drugiego stopnia PRK

Dla precyzyjnego określenia odniesienia do definicji zapisanych w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji wprowadzono rozszerzenia oraz ponumerowano poszczególne składniki:

**P7S\_WG\_NT, P7S\_WK\_NT, P7S\_UW\_NT** – obszar kształcenia w zakresie nauk technicznych

**P7S\_WG\_INŻ, P7S\_WK\_INŻ, P7S\_UW\_INŻ** - kwalifikacje obejmujące kompetencje inżynierskie.

<p><b>Efekty Kształcenia na II stopniu studiów dla kierunku <i>Elektronika i Telekomunikacja</i></b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b></p> <p style="text-align: center;">Po zakończeniu studiów II stopnia na kierunku <i>Elektronika i Telekomunikacja</i> absolwent:</p>	<p><b>Odniesienie efektów kształcenia do uniwersalnych charakterystyk w PRK, do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji uzyskiwanych na poziomie 7 oraz do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie na poziomie 7</b></p>
<b>WIEDZA</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_NT 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_NT 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_NT 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_NT P7S_WK_INŻ
K2eit_W12	ma podstawową wiedzę w zakresie zarządzania / zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej	P7S_WK P7S_WK_NT 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_NT P7S_WG_INŻ
	osiąga efekty w kategorii WIEDZA w jednej z następujących specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy – EMS</li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa – EOT</li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems – EPM</li> </ul>	

## UMIEJĘTNOŚCI

K2eit_U01	potrafi ocenić i wykorzystać elementy/obiekty o wymiarach nanometrowych (przede wszystkim elementy półprzewodnikowe oraz inne wykonane zróżnicowanymi technikami/technologiami)	P7S_UW P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
K2eit_U02	potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w zastosowaniach elektroniki kwantowej	P7S_UW P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
K2eit_U03	potrafi stosując metody programowania liniowego i nieliniowego rozwiązywać przykłady i zadania optymalizując postawiony cel	P7U_U P7S_UW P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ
K2eit_U04	potrafi wykorzystać poznane metody numeryczne do rozwiązywania typowych zagadnień inżynierskich	P7U_U P7S_UW P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW2_INŻ

K2eit_U08	potrafi przedstawić zasadę działania i podstawowe charakterystyki i konstrukcje aktuatorów wychylenia, wykorzystujących akcję 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 prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów	P7U_U P7S_UW P7S_UK P7S_UU P7S_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW3_NT
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_UW4_NT P7S_UW4_INŻ
K2eit_U11	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi badawczymi	P7S_UW1_NT P7S_UW1_INŻ
K2eit_U12	potrafi ocenić przydatność i możliwości wykorzystania nowych osiągnięć w zakresie technik i technologii związanych ze studiowanym kierunkiem studiów	P7S_UW2_NT P7S_UW2_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_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_INŻ
K2eit_U14	potrafi zaproponować ulepszenia / usprawnienia istniejących rozwiązań technicznych	P7S_UW3_NT P7S_UW3_INŻ
K2eit_U15	potrafi ocenić i wykorzystać elementy półprzewodnikowe oraz inne wykonane różnicowanymi technikami/technologiami	P7S_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
K2eit_U16	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia	P7S_UU
	osiąga efekty w kategorii UMIEJĘTNOŚCI w jednej z następujących specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy – EMS</li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa – EOT</li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems – EPM</li> </ul>	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</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
	osiąga efekty w kategorii KOMPETENCJE w jednej z następujących specjalności: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrosystemy – EMS</li> <li>• Optoelektronika i technika światłowodowa – EOT</li> <li>• Electronics, Photonics, Microsystems – EPM</li> </ul>	



# EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA SPECJALNOŚCI EOT

**Wydział:** Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki

**Kierunek studiów:** Elektronika i Telekomunikacja

**Stopień studiów:** drugiego stopnia, stacjonarne

**Specjalność:** Optoelektronika i technika światłowodowa (EOT)

<p><b>Efekty Kształcenia na II stopniu studiów dla specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b></p> <p style="text-align: center;">Po zakończeniu studiów II stopnia na kierunku <i>Elektronika i Telekomunikacja</i> w ramach specjalności <i>Optoelektronika i technika światłowodowa</i> absolwent:</p>	<p><b>Odniesienie efektów kształcenia do uniwersalnych charakterystyk w PRK, do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji uzyskiwanych na poziomie 7 oraz do charakterystyk drugiego stopnia PRK dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie na poziomie 7</b></p>
<b>WIEDZA</b>		
<p>S2eot_W01</p>	<p>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 fonicznych</p>	<p>P7U_W P7S_WG</p>

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_NT 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_NT 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_NT 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_NT 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 optoelektronicznych oraz zastosowań układów optoelektronicznych	P7U_W P7S_WG P7S_WG_NT 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_NT 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_NT 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_NT 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_NT P7S_WG_INŻ
<b>UMIEJĘTNOŚCI</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_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_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_UW1_NT P7S_UW1_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_UW2_NT P7S_UW3_NT P7S_UW2_INŻ P7S_UW3_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_UW2_NT P7S_UW2_INŻ
S2eot_U09	potrafi zaplanować proces testowania złożonego układu elektronicznego, a także systemu elektronicznego lub fotonicznego	P7S_UW1_NT P7S_UW1_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_UW4_NT P7S_UW4_INŻ
S2eot_U11	potrafi projektować układy i systemy elektroniczne przeznaczone do różnych zastosowań, w tym układy elektroniczne i fotoniczne, monolityczne i hybrydowe	P7S_UW4_NT P7S_UW4_INŻ
S2eot_U12	potrafi zastosować urządzenia komunikacyjne w lokalnych i rozległych sieciach teleinformatycznych, w tym w sieciach światłowodowych	P7S_UW4_NT P7S_UW4_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_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_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_UW1_NT P7S_UW2_NT P7S_UW4_NT P7S_UW1_INŻ P7S_UW2_INŻ P7S_UW4_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_UW2_NT P7S_UW4_NT P7S_UW2_INŻ P7S_UW4_INŻ
S2eot_U17	potrafi zaproponować ulepszenia istniejących rozwiązań projektowych i modeli elementów, układów i systemów elektronicznych	P7S_UW3_NT P7S_UW3_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_UW2_NT P7S_UW2_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_UW4_NT P7S_UW4_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</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

## PROGRAM STUDIÓW

## 1. Opis

<p><i>Liczba semestrów:</i> <b>3</b></p>	<p><i>Liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji:</i> <b>90</b></p>
<p><i>Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów II stopnia):</i></p> <p><i>1. O kolejności przyjęć decyduje wskaźnik rekrutacyjny WII.</i></p> <p><i>2. Na studia przyjmowani są absolwenci studiów pierwszego stopnia na kierunku Elektronika i Telekomunikacja lub kierunków pokrewnych z tytułem zawodowym inżyniera lub magistra inżyniera (dowolnego kierunku z listy kierunków pokrewnych)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• automatyka i robotyka</i></li> <li><i>• elektronika i telekomunikacja</i></li> <li><i>• elektronika</i></li> <li><i>• telekomunikacja</i></li> <li><i>• elektrotechnika</i></li> <li><i>• energetyka</i></li> <li><i>• fizyka</i></li> <li><i>• fizyka techniczna</i></li> <li><i>• informatyka</i></li> <li><i>• inżynieria biomedyczna</i></li> <li><i>• inżynieria materiałowa</i></li> <li><i>• matematyka</i></li> <li><i>• matematyka stosowana</i></li> <li><i>• mechatronika</i></li> <li><i>• mechanika i budowa maszyn</i></li> </ul>	<p><i>Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy: <b>magister inżynier</b> kwalifikacje II stopnia</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• teleinformatyka</li> <li>• optyka</li> </ul> <p><i>Wskaźnik rekrutacyjny <math>WII = D \times 10 + RK + OD</math></i></p> <p><i>D - Ocena na dyplomie</i></p> <p><i>RK - Rozmowa kwalifikacyjna</i></p> <p><i>Wydział zastrzega sobie prawo do rozmowy kwalifikacyjnej w przypadku liczby kandydatów przekraczającej przyjęte limity miejsc.</i></p> <p><i>Przy rezygnacji z rozmowy kwalifikacyjnej wartość RK jest równa zero.</i></p> <p><i>OD - Ocena dorobku</i></p> <p><i>Ocena dorobku nie będzie przeprowadzana – OD = 0</i></p>	
<p><i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p><b><i>Absolwent jest przygotowany do podjęcia studiów III stopnia</i></b></p>	<p><i>Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:</i></p> <p><i>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 informatycznej oraz w zakresie nowych materiałów i nowych technologii. Oferowane w ramach kierunku „elektronika i telekomunikacja”, specjalności (EOT, EMS) 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 nowoczesnego sprzętu komputerowego i sieciowego oraz oprogramowania, znajomość języków obcych pozwalają absolwentom na</i></p>

***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.***

***Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:***

*Politechnika Wroclawska jest akademicką uczelnią publiczną o statusie uniwersytetu technicznego, działającą na podstawie ustawy z dnia 27 lipca 2005 - „Prawo o szkolnictwie wyższym” oraz Statutu Uczelni. W Planie Rozwoju Politechniki Wroclawskiej znajduje się stwierdzenie „Sformułowanie misji akcentuje rolę Uczelni w podtrzymaniu i rozwijaniu kompetencji związanych z kulturą eksperymentu. Kompetencje te stworzyły współczesną cywilizację, warunkują jej istnienie i są głównymi czynnikami rozwoju. W czasach, gdy eksperymenty zastępowane są przez procedury a pozory liczą się bardziej niż fakty, misja taka ma znaczenie fundamentalne.*

*Akcent na kreatywność, która zmienia trajektorie przyszłości.*

*Akcent na profesjonalizm i twarde umiejętności, które warunkują funkcjonowanie technosfery.*

*Akcent na partnerskie współdziałanie z otoczeniem i partnerami zewnętrznymi, które wzmacnia efekty działań i ułatwia ich osiągnięcie.”*

*To sformułowanie zostało wprost przeniesione do Planu Rozwoju Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki z tym, że słowo „Uczelnia” zostało zastąpione przez „Wydział” Oznacza to, że aby uczelnia akademicka mogła pełnić rolę centrum intelektualnego musi rozumieć świat współczesny i mieć wizję przyszłości. Jako pełnowartościowy uniwersytet techniczny Politechnika Wroclawska „łączy wysokie kompetencje teoretyczne, badawcze i eksperckie z dydaktycznymi i wychowawczymi”. Dlatego Politechnika/Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wroclawskiej „charakteryzuje się wysoką użytecznością zewnętrzną”. Wspomniany już plan rozwoju Wydziału mówi, iż „Na Wydziale dominują badania technologiczne i projektowe związane z mikro- i nanoelektroniką, mikro- i nanosystemami oraz mikro- i nanofotoniką. Ta tematyka badawcza przekłada się na realizowany profil kształcenia, szczególnie na II i III stopniu. Profil kształcenia uzupełniają prowadzone centralnie dla całej społeczności studenckiej PWr nauki humanistyczne i społeczne, które ugruntowują cywilizacyjnie edukację inżynierów”. Tak zarysowana misja i wizja Uczelni/Wydziału została przeniesiona na proponowany przez Wydział model kształcenia – „na interaktywne, dyskursywne i eksperymentalne kształtowanie umiejętności ... studentów”. Obecnie Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wroclawskiej kształci inżynierów i magistrów inżynierów specjalistów w zakresie elektroniki, fotoniki, informatyki i telekomunikacji. Absolwent Wydziału umie projektować i stosować elektroniczne układy scalone – analogowe i cyfrowe. Wie jak projektować i stosować lasery, światłowody i ogniwa fotowoltaiczne w elektrowniach słonecznych. Umie projektować i eksploatować sieci telekomunikacyjne i teleinformatyczne. Umie projektować, wytwarzać i stosować mikro- i nanosystemy, tj. mikroroboty, których potrzebuje medycyna, przemysł motoryzacyjny, lotniczy i farmaceutyczny oraz ochrona środowiska, ochrona obiektów i przemysł zbrojeniowy. Natomiast w perspektywie roku 2020 Wydział planuje prowadzić samodzielnie lub we współpracy z innymi jednostkami podstawowymi Politechniki Wroclawskiej następujące kierunki studiów: „Elektronika – I i II stopień (II stopień ukierunkowany na mikro- i nanoinżynierię), Optoelektronika (ewentualnie Fotonika) – I i II stopień, Mechatronika – I i II stopień, Inżynieria Materiałowa – I stopień.” Jest to związane z interdyscyplinarnym w wielu miejscach charakterem prowadzonych przez Wydział prac badawczych i badawczo-rozwojowych. Planujemy także prowadzenie „w zakresie naszych kompetencji dydaktycznych prowadzić studia podyplomowe oraz studia II i III wieku”. W przygotowanej i realizowanej koncepcji leży kształcenie specjalistów i innowatorów, uwzględniające indywidualne możliwości studentów. Chcemy stymulować umiejętności zwiększające konkurencyjność na rynku pracy i uczyć kooperacji oraz zapewniać kontakty międzynarodowe. Drogą do tego jest m.in. śledzenie ewolucji wydziałów zbliżonych tematycznie w świecie i adaptacja sensownych rozwiązań do naszej specyfiki. Studenci spełniający określone warunki mogą otrzymać indywidualnego opiekuna i studiować według ścieżek interdyscyplinarnych, kształtowanych pod kątem osobistych zainteresowań*



(zadanie to jest możliwe do realizacji na Wydziale z uwagi na bardzo korzystne relacje liczbowe między liczbą studentów a liczbą nauczycieli akademickich). Staramy się, aby programy kształcenia zawierały w odpowiednich proporcjach wiedzę bezpośrednio przydatną zawodowo, wiedzę umożliwiającą późniejsze adaptacje zawodowe oraz wiedzę kształtującą racjonalny obraz świata.

## 2. Dziedziny nauki i dyscypliny naukowe, do których odnoszą się efekty kształcenia:

**Dziedzina: nauki techniczne**

**Dyscyplina: elektronika**

## 3. Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów kształcenia z potrzebami rynku pracy

Zasoby wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych studentów/absolwentów kierunku „elektronika i telekomunikacja” Wydziału są wynikiem przypisania efektów kształcenia na określonym stopniu studiów odnoszących się do realizowanych kursów. Specjalnościowe efekty kształcenia, odniesione do efektów kształcenia dla obszaru nauk technicznych, winny zapewnić studentom/absolwentom (określonego stopnia kształcenia) posiadanie elementarnej wiedzy (I stopień) i podbudowanej teoretycznie wiedzy szczegółowej (II stopień) w zakresie spektrum dziedzin inżynierskich powiązanych z kierunkiem studiów Elektronika i Telekomunikacja lub innymi dyscyplinami. Przyjęte rozwiązania dotyczące „przyrostu” kompetencji przy przejściu na wyższy poziom kwalifikacji z jednoczesnym zapewnieniem „otwartości” studiów stopni I i II daje możliwość przyswajania na stopniu wyższym bardziej zaawansowanej wiedzy i umiejętności (przy określonych kompetencjach społecznych) w węższym zakresie tematycznym. Tę świadomość poziomu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla studentów/absolwentów I i II stopnia studiów winni mieć potencjalni przyszli pracodawcy.

Zdobyta wiedza podstawowa jak i wiedza szczegółowa dotycząca 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 medycyna czy ochrona środowiska.

Zakładanym efektem, osiąganym w procesie kształcenia, dotyczącym wiedzy jest posiadanie przez absolwenta podstawowej 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 osiągnięte są przez realizację kursów ogólnouczeniowych. Tego rodzaju 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 kształcenia 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 osiągnięte przy realizacjach kursów typu laboratoryjnego oraz kursu Praktyka zawodowa. Student/absolwent powinien widzieć potrzebę ulepszania i usprawniania procesu produkcji, czy też istniejących na stanowisku pracy istniejących rozwiązań technicznych. Po osiągnięciu efektów kształcenia 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 osiągniętych na kierunku kształcenia specjalnościowych efektów kształcenia 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 absolwentów. Weryfikacja zgodności zakładanych efektów kształcenia z oczekiwaniami i potrzebami rynku następuje również podczas licznych kontaktów naszych absolwentów z pracownikami Wydziału.

#### 4. Lista modułów kształcenia

##### 4.1. Lista modułów obowiązkowych

##### 4.1.1. Lista modułów kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1. Moduł *Przedmioty humanistyczno-menadżerskie*

L. P.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	FLH121521W	Filozofia nauki i techniki	1						15	60	2	1,2	T	Z	O		KO	Ob.
		Razem	1	0	0	0	0		15	60	2	1,2						

##### Razem dla modułu kształcenia ogólnego:

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	

## 4.1.2. Lista modułów z zakresu nauk podstawowych

### 4.1.2.1. Moduł *Matematyka*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	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.	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						

### 4.1.2.2. Moduł *Fizyka*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	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.	ETD008078W	Elektronika ciała stałego	2					K2eit_W02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob.
Razem			2	0	0	0	0		30	60	2	1,2						

### Razem dla modułów 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	

### 4.1.3. Lista modułów kierunkowych

#### 4.1.3.1. Moduł *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <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_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.
6.	ETD008077C	Metody optymalizacji		1				K2eit_U03 K2eit_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
7.	ETD008079W	Nanotechnologia	1					K2eit_W01	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob.
8.	ETD008079S	Nanotechnologia					2	K2eit_U01 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
9.	ETD008086W	Czujniki i aktuatory	1					K2eit_W13	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						

#### Razem dla modułów kierunkowych:

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

### 4.1.3. Lista modułów specjalnościowych

#### 4.1.3.1. Moduł *Przedmioty obowiązkowe specjalnościowe*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <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	Ob.
2.	ETD008366L	Światłowodowy			2			S2eot_U09 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
3.	ETD008367W	Fotowoltaika	2					S2eot_W12	30	60	2	1,2	T	E			S	Ob.
4.	ETD008367L	Fotowoltaika			2			S2eot_U03 S2eot_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
5.	ETD008370W	Elementy i układy optoelektroniczne I	2					S2eot_W01	30	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
6.	ETD009387W	Metody symulacji komputerowej w fotonice	1					S2eot_W10	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
7.	ETD009387L	Metody symulacji komputerowej w fotonice			1			S2eot_U06 S2eot_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
8.	ETD009393W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					S2eot_W07, S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
9.	ETD009393P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1		S2eot_U11 S2eot_U19 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
10.	ETD009381L	Elementy i układy optoelektroniczne II			1			S2eot_U03 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z			S	Ob.
11.	ETD009381P	Elementy i układy optoelektroniczne II				2		S2eot_U03 S2eot_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
12.	ETD009392W	Czujniki światłowodowe	2					S2eot_W07	30	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
13.	ETD009392L	Czujniki światłowodowe			2			S2eot_U19 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
14.	ETD009383W	MOEMS-y	1					S2eot_W06	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
15.	ETD009383L	MOEMS-y			1			S2eot_U03 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
16.	ETD009384W	Technika laserowa	1					S2eot_W05	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
17.	ETD009384L	Technika laserowa			1			S2eot_U03	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
18.	ETD009385W	Telekomunikacja światłowodowa	1					S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
19.	ETD009385L	Telekomunikacja światłowodowa			1			S2eot_U03 S2eot_U12	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	Ob.
20.	ETD009386W	Miernictwo optoelektroniczne	1					S2eot_W07 S2eot_W08	15	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
21.	ETD009386L	Miernictwo optoelektroniczne			1			S2eot_U09 S2eot_U15 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.

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_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
23.	ETD009394W	Sieci światłowodowe	1					S2eot_W02	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
24.	ETD009394P	Sieci światłowodowe				1		S2eot_U20 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	Ob.
Razem			15	0	12	4	2		495	1080	36	23,9						

**Razem dla modułów specjalnościowych:**

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	4	2	495	1080	36	23,9

## 4.2. Lista modułów wybieralnych

### 4.2.1. Lista modułów kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1. Moduł *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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>
	MCM023001BK	Zarządzanie i logistyka																
1.	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2					K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z			KO	W
2.	MCM023002W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2					K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z			KO	W
		Razem	2	0	0	0	0		30	90	3	1,8						

#### 4.2.1.2. Moduł *Języki obce*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	JZL100709BK	Język obcy B2+		1					15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
2.	JZL100710BK	Język obcy A1/A2		3					45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
		Razem	0	4	0	0	0		60	90	3	2,1						

#### Razem dla modułów kształcenia ogólnego:

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	

### 4.2.3. Lista modułów kierunkowych

#### 4.2.3.2. Moduł *Praca dyplomowa*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	ETD009389S	Seminarium dyplomowe						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
2.	ETD009390D	Praca dyplomowa magisterska						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			0	0	0	0	2		210	690	23	16,1						

#### Razem dla modułu *praca dyplomowa*:

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	0	0	0	2	210	690	23	



### 4.3. Moduł praktyk

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

### 4.4. Moduł praca dyplomowa

<b>Typ pracy dyplomowej</b>	<b>magisterska</b>		
<b>Liczba semestrów pracy dyplomowej</b>	<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>Kod</b>	
<b>1</b>	<b>20</b>	<b>ETD009390</b>	
<b>Charakter pracy dyplomowej</b>			
<b>Literaturowa, projekt, program komputerowy, itp.....</b>			
<b>Liczba punktów ECTS BK<sup>1</sup></b> <b>14</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 RTS)</li> <li>- użytkowym, (Ocena użyteczności)</li> <li>- aplikacyjnym, (Zastosowanie heterostruktury w konstrukcji)</li> <li>- badawczym, (Badanie ,charakteryzacja)</li> <li>- przeglądowym (Stan wiedzy dot. mechanizmów wzrostu).</li> </ul>		

### 5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia
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, recenzja, obrona pracy

### 6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BK<sup>1</sup>)

60,5 ECTS

**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

**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	49
Łączna liczba punktów ECTS	61

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

10 ECTS

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

66 ECTS

## **11. Zakres egzaminu dyplomowego**

### **EiT (studia II stopnia) – zagadnienia kierunkowe**

1. Błędy metod numerycznych – rodzaje i przyczyny.
2. Co to jest nanotechnologia? Przedstawić wpływ tej dziedziny na rozwój technologii urządzeń elektronicznych.
3. Co to jest spintronika? Przedstawić wybrane przyrządy elektroniki spinowej.
4. Elektronika molekularna – przedstawić wybrane elementy oraz zasady ich działania.
5. Klasyfikacja czujników ciśnienia wykonanych w technologii MEMS.
6. Klasyfikacja diod – porównanie, właściwości, zastosowania.
7. Klasyfikacja nanostruktur – omówić podstawowe nanostruktury stosowane w elektronice.
8. Klasyfikacja tranzystorów – porównanie, właściwości, zastosowania.
9. Komputer kwantowy i komputer optyczny – przedstawić zasadę działania oraz porównać z komputerem klasycznym.
10. Metody aproksymacji, interpolacji oraz ekstrapolacji stosowane w badaniach eksperymentalnych.
11. Metody optymalizacji oraz planowania eksperymentu DoE (ang. Design of Experiment) w pracach naukowo-badawczych oraz technologicznych.
12. Metody wytwarzania struktur samoorganizujących.
13. Mikromaszyny – przedstawić wybrane rozwiązania konstrukcyjne.
14. Na czym polega statystyczne sterowanie jakością?
15. Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe – model, materiały i zastosowania.
16. Omówić jakie zagrożenia stwarza nanotechnologia dla człowieka, cywilizacji oraz środowiska naturalnego.
17. Omówić metodę Monte Carlo w zastosowaniu do rozwiązywania zadań projektowych.
18. Omówić metody aktuacji wykorzystywane w układach MEMS.
19. Omówić metody detekcji wykorzystywane w układach MEMS.
20. Omówić rodzaje emisji elektronów z ciała stałego.
21. Omówić wpływ warunków pracy na niezawodność elementów elektronicznych.
22. Przedstawić charakterystykę stanu nadprzewodnictwa w nadprzewodnikach konwencjonalnych.
23. Przedstawić i omówić stosowane w pracach inżynierskich numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych.
24. Przedstawić i omówić wybrane zjawiska kwantowe.
25. Przedstawić modele niezawodności elementów elektronicznych.
26. Przedstawić zasadę działania tranzystora QWr-FET (ang. Quantum Wire Field Effect Transistor) oraz tranzystora SET (ang. Single Electron Transistor).
27. Wymienić i omówić mechanizmy uszkodzeń elementów elektronicznych.

28. Wymienić i omówić metody analizy statystycznej, które są wykorzystywane w pracach naukowo-badawczych.
29. Wymienić i omówić numeryczne metody różniczkowania i całkowania.
30. Wymienić i omówić stosowane metody testowania hipotez.

### **EiT (studia II stopnia) – zagadnienia specjalnościowe EMS**

1. Co to są solitony, jak powstają i jakie są możliwości ich wykorzystania w technice światłowodowej.
2. Filtracja częstości przestrzennych - układy optyczne, przykłady, zastosowania.
3. Interferencja światła, warunki stabilnej interferencji.
4. Lasery gazowe. Przegląd.
5. Lasery na ciele stałym. Przegląd.
6. Materiały fotoniki – klasyfikacja, charakteryzacja i porównanie.
7. Metody modulacji światła w systemach światłowodowych – klasyfikacja i porównanie.
8. Omówić krótko co to jest efekt fotowoltaiczny.
9. Omówić podstawową klasyfikację systemów fotowoltaicznych.
10. Omówić systemy łączności optycznej inne niż telekomunikacyjne, telewizji kablowej lub komputerowe.
11. Optyczne przełączniki MEMS – konstrukcja, parametry, obszary zastosowań.
12. Podać definicje: szybkości transmisji, szybkości modulacji i elementowej stopy błędów.
13. Przedstawić kanały i dostępy w sieci ISDN.
14. Przedstawić model funkcjonalny cyfrowej sieci z integracją usług.
15. Przedstawić model systemu telekomunikacyjnego.
16. Przedstawić model światłowodowej pętli abonenckiej FITL.
17. Przedstawić podstawowe cechy plesjochronicznej hierarchii PDH.
18. Przedstawić podstawowe cechy synchronicznej hierarchii SDH.
19. Przegląd zastosowań laserów.
20. Rezonatory laserowe i ich parametry. Istota generacji laserowej.
21. Scharakteryzować krótko sieci Ethernet wykorzystujące światłowody jako nośnik informacji.
22. Scharakteryzować technikę WDM w transmisji światłowodowej. Omówić zasadę transmisji, możliwości i ograniczenia.
23. Scharakteryzować zasady pomiaru parametrów światłowodów telekomunikacyjnych. Omówić etapy prawidłowo przeprowadzanego pomiaru.
24. Sklasyfikować i omówić optyczne efekty nieliniowe występujące w technice światłowodowej.
25. Szerokość spektralna linii. Poszerzenia, natężenie nasycenia.

26. Widmo spektralne fali promieniowania laserowego. Koherencja.
27. Wymienić techniki realizacji sieci dostępowych.
28. Wymienić podstawowe parametry ogniwa słonecznego.
29. Wytwarzanie warstw optycznych i światłowodów planarnych – klasyfikacja i porównanie.
30. Wzmacniacze optyczne – klasyfikacja, konstrukcje, parametry.

**12. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych modułach**

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

**13. Plan studiów (załącznik nr 1)**

Zaopiniowane przez wydziałowy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis dziekana

## PLAN STUDIÓW

**WYDZIAŁ:** *Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki*

**KIERUNEK:** *Elektronika i Telekomunikacja*

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

**FORMA STUDIÓW:** *stacjonarna*

**PROFIL:** *ogólnoakademicki*

**SPECJALNOŚĆ:** *Optoelektronika i Technika Światłowodowa*

**JĘZYK STUDIÓW:** *polski*

Uchwała Rady Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki nr *121/11/2016-2020* z *dnia 17 maja 2017r.*

Obowiązuje od *01.10.2017 r.*

Wydział: **Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki**  
 Kierunek: **Elektronika i Telekomunikacja**  
 Specjalność: **Optoelektronika i Technika Światłowodowa**  
 Studia: **drugiego stopnia, stacjonarne**

Uchwała RW z dnia: **17.05.2017 r.**  
 Obowiązuje od: **01.10.2017 r.**

### STRUKTURA PROGRAMU NAUCZANIA W UKŁADZIE GODZINOWYM I PUNKTOWYM

	27 h	I	30 p	25 h	II	30 p	8 h	III	30 p
28									
26	ETD8370 <b>1W</b> 20000 Elementy i układy optoelektroniczne I								
25				2W 10000 Filozofia nauki i techniki*					
24	ETD8367 <b>2W + 2L</b> 20200E Fotowoltaika								
23				Język obcy A1/A2 <b>2C</b>					
22									
21	ETD8366 <b>2W + 2L</b> 20200E Światłowody			ETD9386 <b>1W + 2L</b> 10100E Miernictwo optoelektroniczne			ETD9390  <b>20D</b>  <b>12 godz.</b>  <b>Praca dyplomowa magisterska</b>		
20				ETD9385 <b>1W + 1L</b> 10100 Telekomunikacja światłowodowa					
19				ETD9384 <b>1W + 2L</b> 10100 Technika laserowa					
18				ETD9383 <b>1W + 2L</b> 10100 MOEMSy					
17	ETD8086 <b>2W</b> 10000 Czujniki i aktulatory			ETD9392 <b>1W + 2L</b> 20200E Czujniki światłowodowe					
16	ETD8079 <b>1W + 2S</b> 10002 Nanotechnologia			ETD9381 <b>1L + 2P</b> 00120 Elementy i układy optoelektroniczne II					
15				ETD9393 <b>1W + 2P</b> 10010 Projektowanie urządzeń optoelektronicznych					
14				ETD9387 <b>1W + 2L</b> 10100 Metody symulacji komputerowej w fotonice					
13	ETD8078 <b>2W</b> 20000 Elektronika ciała stałego			ETD9077 <b>1W + 2P</b> 10010 Diagnostyka i niezawodność					
12	ETD8077 <b>1W + 2C</b> 11000 Metody optymalizacji								
11	ETD8076 <b>1W + 2L</b> 10100 Metody numeryczne						ETD9389 <b>3S</b> 00002 Seminarium dyplomowe		
10	ETD8075 <b>1W + 2C</b> 11000 Metody statystyczne w EMF						ETD9394 <b>1W + 1P</b> 10010 Sieci światłowodowe		
9							ETD9391 <b>2S</b> 00002 Postępy elektroniki i fotoniki		
8							<b>3W</b> 20000 Kurs wybieralny menadżerski		
7									
6	MAT1437 <b>2W + 2C</b> 22000E Matematyka								
5									
4									
3									
2	Język obcy 2B+ <b>1C</b>								
1	d <sub>I</sub> =12			d <sub>II</sub> =6			d <sub>III</sub> =0		

#### Legenda

Kursy z zakresu nauk podstawowych	
Kursy z zakresu kształcenia ogólnego	
Kursy kierunkowe	
Kursy specjalnościowe	
Kursy obowiązkowe	
Kursy wybieralne	<b>ETD</b>



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

## Semestr 1

### Kursy obowiązkowe

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	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- niane <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_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_K03	15	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
9.	ETD008078W	Elektronika ciała stałego	2					K2eit_W02	30	60	2	1,2	T	Z			PD	Ob.
10.	ETD008079W	Nanotechnologia	1					K2eit_W01	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob.
11.	ETD008079S	Nanotechnologia					2	K2eit_U01 K2eit_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob.
12.	ETD008086W	Czujniki i aktuatory	1					K2eit_W13	15	60	2	1,2	T	Z			K	Ob.
13.	ETD008366W	Światłowodowy	2					S2eot_W03	30	60	2	1,2	T	E			S	Ob.
14.	ETD008366L	Światłowodowy			2			S2eot_U09 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
15.	ETD008367W	Fotowoltaika	2					S2eot_W12	30	60	2	1,2	T	E			S	Ob.
16.	ETD008367L	Fotowoltaika			2			S2eot_U03 S2eot_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
17.	ETD008370W	Elementy i układy optoelektroniczne I	2					S2eot_W01	30	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
Razem			15	4	5	0	2		390	870	29	18,8						

### Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	JZL100709BK	Język obcy B2+		1					15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
		Razem	0	1	0	0	0		15	30	1	0,7						

### 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

## Semestr 2

### Kursy obowiązkowe

L. p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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.	FLH121521W	Filozofia nauki i techniki	1						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.
4.	ETD009387W	Metody symulacji komputerowej w fotonice	1					S2eot_W10	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
5.	ETD009387L	Metody symulacji komputerowej w fotonice			1			S2eot_U06 S2eot_K01	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
6.	ETD009393W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					S2eot_W07, S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
7.	ETD009393P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1		S2eot_U11 S2eot_U19 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
8.	ETD009381L	Elementy i układy optoelektroniczne II			1			S2eot_U03 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z			S	Ob.
9.	ETD009381P	Elementy i układy optoelektroniczne II				2		S2eot_U03 S2eot_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
10.	ETD009392W	Czujniki światłowodowe	2					S2eot_W07	30	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
11.	ETD009392L	Czujniki światłowodowe			2			S2eot_U19 S2eot_K03	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
12.	ETD009383W	MOEMS-y	1					S2eot_W06	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
13.	ETD009383L	MOEMS-y			1			S2eot_U03 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
14.	ETD009384W	Technika laserowa	1					S2eot_W05	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
15.	ETD009384L	Technika laserowa			1			S2eot_U03	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
16.	ETD009385W	Telekomunikacja światłowodowa	1					S2eot_W11	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
17.	ETD009385L	Telekomunikacja światłowodowa			1			S2eot_U03 S2eot_U12	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	Ob.
18.	ETD009386W	Miernictwo optoelektroniczne	1					S2eot_W07 S2eot_W08	15	30	1	0,6	T	E			S	Ob.
19.	ETD009386L	Miernictwo optoelektroniczne			1			S2eot_U09 S2eot_U15 S2eot_K04	15	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
Razem			10	0	8	4	0		330	840	28	18,6						

### Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	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>
1.	JZL100710BK	Język obcy A1/A2		3					45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W
		Razem	0	3	0	0	0		45	60	2	1,4						

### 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

## Semestr 3

### Kursy obowiązkowe

L. p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	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-uczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1.	ETD009391S	Postępy elektroniki i fotoniki						K2eit_W01- K2eit_W12, S2eot_W01- S2eot_W11 K2eit_U01- K2eit_U16, S2eot_U18 S2eot_U01 S2eot_U04, S2eot_U05 S2eot_K01- S2eot_K04	30	60	2	1,4	T	Z		P	S	Ob.
2.	ETD009394W	Sieci światłowodowe	1					S2eot_W02	15	30	1	0,6	T	Z			S	Ob.
3.	ETD009394P	Sieci światłowodowe				1		S2eot_U20 S2eot_K04	15	30	1	0,7	T	Z		P	S	Ob.
4.	ETD009389S	Seminarium dyplomowe						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						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			1	0	0	1	4		270	810	27	18,8						

### Kursy wybieralne

L. p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	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>
	<b>MCM023001BK</b>	<b>Zarządzanie i logistyka</b>																
1.	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2				K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
2.	MCM023003W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2				K2eit_W11 K2eit_W12	30	90	3	1,8	T	Z				KO	W
		Razem	2	0	0	0		30	90	3	1,8							

### 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				
3	0	0	1	4	300	900	30	20,6

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy 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 wydziałowego organu uchwałodawczego samorządu studenckiego

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis dziekana

## KATALOG KURSÓW

Karty kursów humanistycznych i menadżerskich, zajęć sportowych oraz lektoratów językowych umieszczone są na stronie katalogu informacyjnego ECTS Politechniki Wrocławskiej, znajdującej się pod adresem (<http://www.portal.pwr.wroc.pl/syllabus,241.dhtml>).

ETD008075 Metody statystyczne w EMF .....	2
ETD008076 Metody numeryczne.....	5
ETD008077 Metody optymalizacji .....	9
ETD008078 Elektronika ciała stałego .....	12
ETD008079 Nanotechnologia .....	15
ETD008086 Czujniki i akwatory.....	19
ETD008270 Programowalne układy logiczne.....	22
ETD008271 Modelowanie mikrosystemów .....	25
ETD008274 Autonomiczne systemy zasilające .....	28
ETD008276 Techniki próżniowe i plazmowe.....	31
ETD008366 Światłowody.....	34
ETD008367 Fotowoltaika .....	37
ETD008370 Elementy i układy optoelektroniczne I.....	41
ETD009077 Diagnostyka i niezawodność.....	44
ETD009280 Metody diagnostyczne.....	47
ETD009281 Mikrosystemy analityczne .....	51
ETD009282 Mikrosystemy ceramiczne .....	54
ETD009283 Postępy elektroniki i mikrosystemów .....	58
ETD009286 Seminarium dyplomowe EMS .....	61
ETD009287 Praca dyplomowa EMS .....	64
ETD009289 Systemy operacyjne .....	67
ETD009290 Sensory .....	70
ETD009292 Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych.....	74
ETD009293 Elektronika polimerowa i molekularna .....	78
ETD009381 Elementy i układy optoelektroniczne II.....	81
ETD009383 MEOMS-y.....	84
ETD009384 Technika laserowa .....	87
ETD009385 Telekomunikacja światłowodowa .....	90
ETD009386 Miernictwo optoelektroniczne.....	93
ETD009387 Metody symulacji komputerowej w fotonice .....	97
ETD009389 Seminarium dyplomowe EOT.....	101
ETD009390 Praca dyplomowa EOT .....	104
ETD009391 Postępy elektroniki i fotoniki .....	107
ETD009392 Czujniki światłowodowe .....	110
ETD009393 Projektowanie urządzeń optoelektronicznych.....	113
ETD009394 Sieci światłowodowe.....	117
MAT001437 Matematyka.....	120



<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Metody statystyczne w EMF</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Statistics for EPM</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008075</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 rachunku prawdopodobieństwa i analizy matematycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Nabycie wiedzy w zakresie roli metod statystycznych w działalności inżynierskiej oraz na temat metod zbierania danych statystycznych
- C02 Nabycie wiedzy na temat metod analizy danych statystycznych z zastosowaniem takich narzędzi, jak statystyka opisowa, estymacja przedziałowa, testowanie hipotez, analiza wariancji, regresja liniowa
- C03 Zaznajomienie z metodami statystycznego sterowania jakością
- C04 Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów z zakresu zastosowania metod statystycznych
- C05 Utrwalanie świadomości studenta odnośnie potrzeby stosowania metod statystycznych w działalności inżynierskiej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

PEK\_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

PEK\_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
Wy_01	Wprowadzenie, zakres wykładu, warunki zaliczenia	2
Wy_02	Rola Statystyki w Pracach Inżynierskich	2
Wy_03	Rozkłady Prawdopodobieństwa. Estymacja punktowa	2
Wy_04	Statystyka Opisowa	2
Wy_05	Estymacja Przedziałowa. Regresja Liniowa i Korelacja	2
Wy_06	Testowanie Hipotez. Analiza Wariancji	2
Wy_07	Statystyczne Sterowanie Jakością	2
Wy_08	Zastosowanie Oprogramowania do Analiz Statystycznych	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw_01	Ćwiczenia wprowadzające, zakres ćwiczeń, zasady zaliczenia	2
Ćw_02	Obliczanie podstawowych parametrów statystycznych	2
Ćw_03	Obliczanie zadań dotyczących zastosowania wybranych rozkładów prawdopodobieństwa	2
Ćw_04	Zastosowanie statystyki opisowej w analizie danych	2
Ćw_05	Estymacja punktowa i przedziałowa – rozwiązywanie zadań	2
Ćw_06	Regresja liniowa i korelacja	2
Ćw_07	Analiza wariancji – rozwiązywanie zadań	2
Ćw_08	Zastosowanie oprogramowania w analizie i wnioskowaniu statystycznym	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej i z dyskusją  
ND\_02 Konsultacje  
ND\_03 Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień  
ND\_04 Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń  
ND\_05 Praca własna – samodzielne rozwiązywanie zadanych problemów podczas ćwiczeń  
ND\_06 Ćwiczenia: krótkie, 15-minutowe sprawdziany na początku zajęć

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Sprawdzian pisemny
P2 = F2 (ćw)	PEK_U01	Oceny z kartkówek oraz z samodzielnego 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
2. S. J. Morrison, Statistics for Engineers: An Introduction, Wiley, 2009

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Jaroslav.Domaradzki@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Metody statystyczne w EMF

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W05	C01-C03	Wy_01-Wy_07	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U05	C04	Ćw_01-Ćw_06	ND_04-ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	K2eit_K02	C05	Ćw_01-Ćw_06	ND_01-ND_06

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Metody numeryczne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Numerical Methods</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008076</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 i fizyki
2. Znajomość podstaw programowanie
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 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
- C02 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi
- C03 Przedmiot jest związany z badaniami w dziedzinie projektowania numerycznego
- C04 Stosowanie metod numerycznych do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich
- C05 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu metod projektowania numerycznego

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_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
- PEK\_W02 Zna i rozumie podstawowe metody oraz narzędzia numeryczne służące do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_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
- PEK\_U02 Potrafi planować eksperymenty i symulacje komputerowe oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
- PEK\_K02 Potrafi rozróżnić i rozumie techniczne i pozatechniczne aspekty współczesnej działalności inżynierskiej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do metod numerycznych oraz języka skryptowego Python	2
Wy_02	Obliczenia numeryczne	2
Wy_03	Numeryczne metody całkowania i różniczkowania	2
Wy_04	Równania i układy równań liniowych i nieliniowych	2
Wy_05	Metody interpolacji, aproksymacji i ekstrapolacji	2
Wy_06	Optymalizacja oraz metody planowania i analizy wyników eksperymentów	2
Wy_07	Numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych	2
Wy_08	Test zaliczeniowy	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 multimedialnymi i dyskusją
ND_02	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
ND_03	Konsultacje
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 testu zaliczeniowego
ND_07	Praca własna: przygotowanie sprawozdań z laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Feynmann R.P., Feynmana wykłady z fizyki, tom I i II, PWN, 1968</li> <li>2. Janowski WE., Matematyka, tom I i II,, PWN,, 1968</li> <li>3. Volk W., Statystyka stosowana dla inżynierów, WNT, 1973</li> </ol> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kreyszig E., Advanced Engineering Mathematics, John Wiley and Sons, 2006</li> <li>2. Montgomery D., Design and Analysis of Experiments, John Wiley and Sons, 2005</li> <li>3. Pang T., An Introduction to Computational Physics, Cambridge University Press, 2006</li> </ol>
--

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Arutr.Wymyslowski@pwr.edu.pl</u></b>

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Metody numeryczne

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W04	C01, C02	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04
PEK_W02	InzA_W02	C01, C02	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U04	C03-C05	La_01-La_07	ND_02, ND_03, ND_05
PEK_U02	InzA_U01	C03- C05	La_01-La_07	ND_02, ND_03, ND_05

PEK_K01 (kompetencje)	K2eit_K07	C03, C04	Wy_08, La_08	ND_06, ND_07
PEK_K02	InzA_K01	C03, C04	Wy_08, La_08	ND_06, ND_07

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Metody optymalizacji</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optimization Methods</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008077</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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (ćw)	PEK_U01, PEK_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

Karol.Malecha@pwr.edu.pl, Damian.Nowak@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Metody optymalizacji

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W03	C01-C03	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U03	C01-C03	Ćw_01-Ćw_07	ND_02, ND_03, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2eit_K03	C03	Ćw_01-Ćw_07	ND_01-ND_06

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Elektronika ciała stałego</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Solid state electronics</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>ETD008078</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. Znajomość podstaw matematyki wyższej na poziomie umożliwiającym zrozumienie zagadnień z fizyki i elektroniki kwantowej
2. Ukończenie kursu fizyka I

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Nabycie wiedzy w zakresie teoretycznego opisu stanów swobodnych i związanych elektronu w ciele stałym oraz teorii pasmowej
- C02 Poznanie podbudowanych teoretycznie zagadnień, dotyczących zjawisk fizycznych zachodzących w ciele stałym i możliwości ich zastosowania
- C03 Zapoznanie z obowiązującymi modelami budowy materii

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK_W01	Posiada wiedzę na temat teoretycznego opisu stanu elektronu w ciele stałym
PEK_W02	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zjawisk zachodzących w ciele stałym
PEK_W03	Zna i rozumie zasadę działania różnego rodzaju komputerów kwantowych
PEK_W04	Posiada wiedzę z zakresu budowy materii według obowiązujących modeli

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Elektrony wewnątrz kryształu. Strefy Brillouina	2
Wy_02	Model Kroniga - Penneya cz. 1	2
Wy_03	Model Kroniga - Penneya cz. 2	2
Wy_04	Zjawisko fotoelektronowe	2
Wy_05	Zjawisko akustyczno-elektronowe	2
Wy_06	Zjawisko piezoelektryczne	2
Wy_07	Zjawisko nadprzewodnictwa	2
Wy_08	Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe	2
Wy_09	Spintronika	2
Wy_10	Elektronika pojedynczego elektronu	2
Wy_11	Komputery kwantowe cz. 1	2
Wy_12	Komputery kwantowe cz. 2	2
Wy_13	Budowa materii według Modelu Standardowego	2
Wy_14	Teoria Higgsa	2
Wy_15	Kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i z dyskusją
ND_02	Praca własna studenta
ND_03	Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01-PEK_W04	Sprawdzian pisemny

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

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

**Literatura uzupełniająca**

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

**OPIEKUN PRZEDMIOTU****Danuta.Kaczmarek@pwr.edu.pl****MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU****Elektronika ciała stałego****Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU****Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W02	C01	Wy_01-Wy_03	ND_01-ND_03
PEK_W02	K2eit_W02	C02	Wy_04-Wy_09	ND_01-ND_03
PEK_W03	K2eit_W02	C02	Wy_10-Wy_12	ND_01-ND_03
PEK_W04	K2eit_W02	C03	Wy_13,Wy_14	ND_01-ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Nanotechnologia</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Nanotechnology</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008079</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**

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**

- C01 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
- C02 Zapoznanie studentów z korzyściami wykorzystywania nowych zjawisk czy unikalnych właściwości obiektów będących wynikiem zmniejszenia wymiarów
- C03 Zapoznanie studentów z podstawami procesów i zjawisk fizykochemicznych wykorzystywanych w trakcie wytwarzania nanostruktur i nanoobjektów

C04	Przedstawienie konstrukcji elementów czy przyrządów molekularnych oraz omówienie wpływu struktury atomowej materiału na właściwości przyrządów (głównie przyrządów opto i elektronicznych)
C05	Doskonalenie umiejętności wypowiedzi i dyskusji na tematy naukowe

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

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

#### Z zakresu kompetencji społecznych

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wstęp do Nanotechnologii. Definicja Nanotechnologii. Kierunki rozwoju i obszary zastosowań	2
Wy_02	Elementy elektroniki molekularnej. Świat Drexlera i Feynmana	2
Wy_03	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
Wy_04	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
Wy_05	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
Wy_06	Kolokwium	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Seminarium		Liczba godzin
Se_01	Ćwiczenie wprowadzające – wybór tematów do omówienia na zajęciach	2
Se_02	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
Se_03	Wizyta w laboratorium badań spektroskopowych – zależna od przebiegu zajęć w semestrze	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacją multimedialną, dyskusją oraz demonstracją wybranych elementów omawianych na zajęciach
ND_02	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
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna – przygotowanie do seminarium zadanych zagadnień
ND_05	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe na ostatnim wykładzie
P2 = F2 (sem)	PEK_U01, PEK_K01	Średnia ocena z prezentacji, kartkówki i udziału w dyskusji

### 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 InyGa1-yAs1-xNx/GaAs przeznaczonych do konstrukcji przyrządów optoelektronicznych, rozprawa doktorska, P.Wr. 2006

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Damian.Pucicki@pwr.edu.pl](mailto:Damian.Pucicki@pwr.edu.pl)



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Nanotechnologia**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W01	C01-C04	Wy_01-Wy_06	ND_01,ND_03, ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U01	C05	Se_02-Se_15	ND_02, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	K2eit_K01	C05	Se_01-Se_15	ND_02, ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Czujniki i akulatory</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Sensors and actuators</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008086</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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				

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
Brak wymagań

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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 aktuatory	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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. M. Bao, Analysis and Design Principles of MEMS Devices, Elsevier, 2005

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Rafal.Walczak@pwr.edu.pl](mailto:Rafal.Walczak@pwr.edu.pl)

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Czujniki i aktuatory**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W13	C01-C04	Wy_01-Wy_06	ND_01, ND_02

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Programowalne układy logiczne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Programmable logic devices</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008270</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 techniki cyfrowej i mikroprocesorowej I (ETD 2070) i II (ETD 3078)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przekazanie wiedzy na temat techniki programowania układów FPGA  
 C02 Opanowanie języka Verilog  
 C03 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu programowalnych układów logicznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do cyfrowych układów VLSI	2
Wy_02	Podstawy języka Verilog	2
Wy_03	Układy kombinacyjne, przypisania blokujące i nieblokujące	2
Wy_04	Układy sekwencyjne - instrukcja always	2
Wy_05	Układy SERDES	2
Wy_06	Kodowanie automatów stanów	2
Wy_07	Szybkość, moc, zasoby	2
Wy_08	Kolokwium zaliczeniowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Narzędzia Xilinx ISE	2
Pr_02	Symulacja układów sekwencyjnych	2
Pr_03	Techniki automatycznej weryfikacji	2
Pr_04	Projekt - koncepcja architektury	2
Pr_05	Projekt - kodowanie	2
Pr_06	Projekt - weryfikacja	2
Pr_07	Projekt - fizyczna realizacja	2
Pr_08	Projekt - zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład z dyskusją  
ND\_02 Laboratorium komputerowe  
ND\_03 Praca własna - literatura i przygotowanie do kolokwium  
ND\_04 Praca własna - projekt indywidualny

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Sprawdzian pisemny
P2 = F2 (projekt)	PEK_U01	Ocena projektu indywidualnego

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

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, FPGA prototyping by Verilog examples: Xilinx Spartan-3 version. John Wiley & Sons, 2011
5. D. Donald, P. Moorby, The Verilog® Hardware Description Language, Vol. 2. Springer Science & Business Media, 2002

### Literatura uzupełniająca

1. Standard nr 1364-2001 (Verilog), IEEE, 2001
2. Xilinx Design Suite - dokumentacja techniczna, Xilinx, 2012

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Daniel.Kopiec@pwr.edu.pl](mailto:Daniel.Kopiec@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Programowalne układy logiczne

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W04	C01	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U04	C02, C03	Pr_01-Pr_08	ND_02, ND_04

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Modelowanie mikrosystemów</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Modelling of microsystems</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>ETD008271</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 podstaw matematyki i fizyki
2. Znajomość podstaw programowanie
3. Znajomość podstaw obsługi komputera

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z podstawowymi numerycznego projektowania struktur mikroelektronicznych
- C02 Zdobywanie umiejętności posługiwania się programami do modelowania numerycznego metodą MES, np. ANSYS
- C03 Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego jak optymalizacja, planowanie eksperymentów, itp.
- C04 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi
- C05 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu modelowania mikrosystemów



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_U01 Potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomagania prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny w programach typu: ANSYS, SolidWorks do typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego w inżynierii, np. typu CAD i MES.

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania

## TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Modelowanie mikrosystemów – wprowadzenie	2
Wy_02	Modelowanie i symulacje numeryczne	2
Wy_03	Modelowanie zagadnień z dziedziny mechaniki i termodynamiki	2
Wy_04	Modelowanie zagadnień z dziedziny elektromagnetyzmu i dynamiki płynów	2
Wy_05	Modelowanie pól sprężystych	2
Wy_06	Metody i algorytmy projektowania numerycznego	2
Wy_07	Projektowanie i analiza numeryczna niezawodności i mikrosystemów	2
Wy_08	Egzamin	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wprowadzenie do modelowania metodą MES i programu Ansys	2
La_02	Projektowanie numeryczne z wykorzystaniem modeli	2
La_03	Możliwości analizy układów elektronicznych w programach typu MES, np. Ansys	2
La_04	Analiza rozkładu pola odkształceń i naprężeń	2
La_05	Analiza rozpraszania ciepła i rozkładu pola temperatury	2
La_06	Analiza rozkładu pola elektrostatycznego	2
La_07	Wyznaczanie podstawowych parametrów elektrycznych, np. rezystancja	2
La_08	Analiza przepływów laminarnych i turbulentnych	2
La_09	Analiza rozkładu naprężeń dla struktur bi-materiałowych	2
La_10	Analiza pól sprzężonych elektro-termo-mechanicznych	2
La_11	Metody modelowanie zjawisk termo-elektrycznych	2
La_12	Optymalizacja mikromechanicznego czujnika ciśnienia	2
La_13	Projekt indywidualny - wybór tematu i jego analiza	2
La_14	Projekt indywidualny - dyskusja, prezentacja i jego analiza	2
La_15	Projekt indywidualny - zaliczenie	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusją
ND_02	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
ND_03	Konsultacje
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 testu zaliczeniowego
ND_07	Praca własna: przygotowanie sprawozdań z laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje, egzamin
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### 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

[Arutr.Wymyslowski@pwr.edu.pl](mailto:Arutr.Wymyslowski@pwr.edu.pl)

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Modelowanie mikrosystemów

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W02	C01, C03	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U02	C02, C04, C05	La_01-La_13	ND_02, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K03	C04	La_14, La_15	ND_07

**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>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</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 KSZTAŁCENIA****Z zakresu wiedzy**

- PEK\_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 KSZTAŁCENIA**

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_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><u>Rafał.Walczak@pwr.edu.pl</u></b>

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Autonomiczne systemy zasilające**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W11	C01, C02	Wy_01-Wy_014	ND_01, ND_02

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Techniki próżniowe i plazmowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Vacuum and Plasma Techniques</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008276</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 Zdobycie wiedzy na temat współczesnych aplikacji techniki próżniowej (sposoby wytwarzania i pomiarów próżni)  
 C03 Zdobycie wiedzy na temat roli próżni w mikroelektronice

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy

- PEK\_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 KSZTAŁCENIA**

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_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>J.O’Hanlon, A user’s Guide to Vacuum Technology, Wiley-Interscience, (third edition), 2003</li> <li>M. Wutz, H. Adam, W. Walcher Theory and Practice of Vacuum Technology, Friedr.Vieweg &amp; Sohn, Braunschweig 1989</li> <li>N. Harris, Modern Vacuum Practice , self-published, (third edition), 2005</li> <li>W.Posadowski, wykład</li> </ol>

**Literatura uzupełniająca**

1. Andrzej Hałas Technologia Wysokiej Próżni, PWN W-wa 1980
2. Andrzej Hałas, Piotr Schwemin, Podstawy Techniki Próżni, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2008
3. Janusz Groszkowski Technika Wysokiej Próżni, WNT W-wa 1978

**OPIEKUN PRZEDMIOTU****Witold.Posadowski@pwr.edu.pl****MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU****Techniki próżniowe i plazmowe  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W01	C01-C03	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_04



<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Światłowody</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optical Fibers</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / 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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_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

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Średnia ocena z testów, kolokwium i egzaminu
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_U02	Dyskusje, konsultacje, kartkówki

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

- Marciniak M., Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998

#### Literatura uzupełniająca

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

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Sergiusz.Patela@pwr.edu.pl](mailto:Sergiusz.Patela@pwr.edu.pl)

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Światłowodowy

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W03	C01-C05, C07	Wy_01-Wy_15	ND_01, ND_02, ND_04, ND_06, ND_07
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U09	C06, C07	La_01-La_08	ND_03, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K03	C06, C07	La_01-La_08	ND_03, ND_05

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Fotowoltaika</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Photovoltaics</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008367</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	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. Podstawowa wiedza nt. fizyki półprzewodników, w szczególności w zakresie oddziaływania światła z ciałem stałym (optoelektronika)
2. Podstawowa wiedza n.t. elektroniki (konstrukcji i zasad działania) przyrządów półprzewodnikowych oraz technologii i ich wytwarzania
3. Ukończenie kursu Przyrządy Półprzewodnikowe

#### **CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie z zasadami działania oraz podstawami konstrukcji oraz technologii elementów fotowoltaicznych - ogniw i modułów
- C02 Zapoznanie z podstawowymi metodami wytwarzania, pomiarów elementów i systemów fotowoltaicznych
- C03 Zapoznanie z zasadami projektowania, konstrukcji, instalacji oraz oceny jakości pracy systemów fotowoltaicznych
- C04 Zapoznanie z podstawowymi normami technicznymi z zakresu fotowoltaiki
- C05 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu fotowoltaiki

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_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

PEK\_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
Wy_01	Promieniowanie słoneczne - widmo, natężenie, energia, pomiary i standardy	2
Wy_02	Mechanizmy generacji i rekombinacji nośników, złącze p-n, efekt fotowoltaiczny, materiały stosowane w fotowoltaice	2
Wy_03	Ogniwo słoneczne: charakterystyka prądowo-napięciowa (jasna, ciemna), spektralna, podstawowe parametry ogniwa słonecznego, podstawowe procesy limitujące sprawność ogniwa, maksymalna sprawność teoretyczna, kryteria doboru optymalnego materiału półprzewodnikowego, typy ogniw, aktualny stan zaawansowania technologii	2
Wy_04	Ogniwa krzemowe: konstrukcja i technologia, wykonania do zastosowań naziemnych, wykonania specjalne-laboratoryjne (ogniwa wysokosprawne), konstrukcje specjalne	2
Wy_05	Ogniwa cienkowarstwowe amorficzne i polikrystaliczne Si, GaAs, CdS/CdTe, CIS, barwnikowe oraz organiczne	3
Wy_06	Wielozłączowe wysokosprawne ogniwa cienkowarstwowe oparte na związkach III-V (GaAs) - budowa, metody wykonania i zastosowania	2
Wy_07	Koncentratory światła - specyfika ogniw stosowanych przy dużych koncentracjach światła	1
Wy_08	Moduły fotowoltaiczne - montaż, hermetyzacja, materiały, wymagania; standardowe techniki pomiaru i charakteryzowania ogniw i modułów słonecznych; metody oceny trwałości	2
Wy_09	Autonomiczne systemy fotowoltaiczne: zasady projektowania i instalacji	3
Wy_10	Sposoby magazynowania energii, akumulatory i elektronika do systemów PV (kontrolery ładunku, przetwornice).	3
Wy_11	Systemy sprzęgnięte z siecią oraz systemy BIPV (systemy zintegrowane w budownictwie), zasady projektowania, przykłady	3
Wy_12	Rozwiązania i konstrukcje perspektywiczne, ogniwa trzeciej generacji	3
Wy_13	Normy techniczne i najlepsze praktyki w fotowoltaice	1
Wy_14	Egzamin końcowy	1
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wprowadzenie do ćwiczeń, zaznajomienie ze metodami i stanowiskami pomiarowymi, wykorzystywaniem oprogramowaniem numerycznym	2
La_02	Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych ogniw słonecznych przy zmiennym poziomie natężenia światła	4

La_03	Pomiar podstawowych parametrów ogniwa w funkcji temperatury z wykorzystaniem modelowania charakterystyki I-V wspomaganego komputerem	4
La_04	Pomiar modułów PV w różnych konfiguracjach połączeń, badanie efektów związanych z częściowym zacienieniem modułu	4
La_05	Pomiar charakterystyk ciemnych modułów fotowoltaicznych	4
La_06	Projekt systemu fotowoltaicznego przyłączonego do sieci	6
La_07	Projekt autonomicznego systemu fotowoltaicznego z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny wspomagany prezentacjami i interaktywnymi elementami oceny
ND_02	Test sprawdzający w połowie kursu
ND_03	Laboratorium: krótkie, 10-minutowe sprawdziany na początku zajęć
ND_04	Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_05	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium
ND_06	Konsultacje
ND_07	Egzamin końcowy

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Egzamin końcowy pisemny
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_K01	Ocena uśredniona z przygotowania do ćwiczeń i sprawozdań

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT, 1984</li> <li>Jarzębski, Przetwarzanie energii słonecznej. Konwersja Fotowoltaiczna, WNT, 1981</li> <li>M. Waclawek, T. Rodziejewicz, Ogniwa słoneczne, wpływ środowiska na ich pracę, WNT, 2011</li> <li>T. Żdanowicz, Materiały wykładowe, PWR, 2011</li> </ol> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Luque, S.Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering , John Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester, England, 2003</li> <li>J. Poortmans, V. Arkhipov, Thin Film Solar Cells, Fabrication, Characterization and Applications, Wiley Series in Materials for Electronic &amp; Optoelectronic Applications, John Wiley &amp; Sons, 2006</li> <li>Lasnier, T.G. Ang, Photovoltaic Engineering Handbook, Adam Hilger, 1990</li> <li>M.A. Green, Third Generation Photovoltaics. Advanced Solar Energy Conversion, in: Springer Series in Photonics , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2003</li> <li>M.A.Green , SOLAR CELLS - Operating principles, Technology and System Applications, Univ. of New South Wales, Australia, 1992</li> <li>P. Wuerfel, Physics of Solar Cells From Principles to New Concepts, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp;Co. KGaA, 2005</li> <li>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</li> <li>T. Markvart, Solar Electricity, UNESCO ENERGY ENGINEERING SERIES, John Wiley &amp; Sons, 2000</li> <li>Zbiory Polskich Norm, PKN</li> </ol>
--

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Tadeusz.Zdanowicz@pwr.edu.pl</u></b>

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Fotowoltaika**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W12	C01, C02	Wy_01-Wy_13	ND_01, ND_02, ND_05, ND_07
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U03	C03-C05	La_01-La_07	ND_03, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K01	C03, C04	La_01-La_07	ND_03, ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Elementy i układy optoelektroniczne I</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optoelectronic elements and circuits I</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD008370</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	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				

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

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
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 KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
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>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe

### 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**

**[Beata.Sciana@pwr.edu.pl](mailto:Beata.Sciana@pwr.edu.pl)**

**MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

**Elementy i układy optoelektroniczne I**

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W01	C01-C03	Wy_01-Wy_13	ND_01-ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Diagnostyka i niezawodność</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diagnostics and Reliability</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / 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 Zdobyć 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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_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

[Karol.Malecha@pwr.edu.pl](mailto:Karol.Malecha@pwr.edu.pl), [Damian.Nowak@pwr.edu.pl](mailto:Damian.Nowak@pwr.edu.pl)

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Diagnostyka i niezawodność

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W07	C01	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U07	C02, C03	Pr_01-Pr_07	ND_02, ND_03, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2eit_K06	C02, C03	Pr_01-Pr_07	ND_02, ND_05

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Metody diagnostyczne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diagnostic methods</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009280</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)	90	90			
Forma zaliczenia	Z	Z			
Liczba punktów ECTS	3	3			
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	3			
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,8	2,1			

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Nabywanie podbudowanej teoretycznie wiedzy w zakresie podstaw fizycznych wybranych specjalistycznych metod diagnostycznych materiałów, jak np.: mikroskopia elektronowa, dyfrakcja rentgenowska, metody optyczne i elektronowe
- C02 Nabywanie wiedzy w zakresie jakościowej i ilościowej analizy właściwości strukturalnych, optycznych i elektrycznych ciał stałych
- C03 Poznanie zaawansowanych metod pomiaru i analizy właściwości materiałów
- C04 Nabywanie umiejętności organizacji badań i diagnostyki materiałów za pomocą odpowiednio dobranych metod

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Posiada wiedzę na temat optycznych metod badania materiałów  
 PEK\_W02 Posiada wiedzę na temat metod badania powierzchni materiałów  
 PEK\_W03 Posiada wiedzę na temat metod badania właściwości strukturalnych materiałów

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi samodzielnie dobrać i zastosować odpowiednie narzędzia do rozwiązywania wybranych problemów z zakresu statystycznej analizy danych, potrafi formułować wnioski na podstawie wykonanych analiz  
 PEK\_U02 Potrafi samodzielnie wyznaczyć parametry wybranych materiałów i interpretować zachodzące zjawiska  
 PEK\_U03 Potrafi dokonać krytycznej analizy uzyskanych wyników badań

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, w zależności od zadania

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Klasyfikacja metod diagnostyki optycznej	2
Wy_02	Szybkie metody optyczne	2
Wy_03	Spektroskopia fotoelektronów i jej zastosowanie	2
Wy_04	Metoda fotoluminescencji i jej zastosowanie	2
Wy_05	Metoda fotokonduktancyjna i jej zastosowanie	2
Wy_06	Porównanie metod EBIC-OBIC, CL-PL	2
Wy_07	Metoda transmisji i jej zastosowanie	2
Wy_08	Powierzchnia ciała stałego, topografia powierzchni, struktura atomowa, defekty powierzchniowe	2
Wy_09	Metody otrzymywania powierzchni atomowo czystej	2
Wy_10	Klasyfikacja metod badania powierzchni ciała stałego	2
Wy_11	Metody badania i wyznaczania struktury atomowej powierzchni (LEED, RHEED)	2
Wy_12	Jakościowo-ilościowa analiza powierzchni metodami AES i SIMS	2
Wy_13	Zastosowanie mikroskopii elektronowej w diagnostyce struktur półprzewodnikowych	2
Wy_14	Struktura elektronowa i właściwości elektronowe powierzchni półprzewodników	2
Wy_15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Wy_16	Struktura ciała stałego, model kryształ	2
Wy_17	Sieć odwrotna kryształu i jej znaczenie praktyczne	2
Wy_18	Zasada pomiaru i interpretacja krzywych odbić warstw epitaksjalnych	2
Wy_19	Zasada pomiaru i interpretacja węzłów sieci odwrotnej warstw epitaksjalnych	2
Wy_20	Metodyka pomiarowa warstw epitaksjalnych o znaczącym niedopasowaniu sieciowym w stosunku do podłoża	2
Wy_21	Zastosowanie reflektometrii do charakteryzacji warstw epitaksjalnych	2
Wy_22	Opis struktury polikrystalicznych warstw sensorowych	2
Wy_23	Kolokwium zaliczeniowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>45</b>

<b>Forma zajęć - Ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw_01	Wprowadzenie do zajęć – przegląd właściwości materiałów i metod diagnostyki	2
Ćw_02	Analiza składu materiałowego za pomocą sygnału BSE w modzie COMPO w SEM	2
Ćw_03	Analiza artefaktów występujących w SEM w modzie COMPO	2
Ćw_04	Analiza artefaktów występujących w SEM w modzie TOPO	2
Ćw_05	Analiza wpływu składu materiałowego na formowanie mikrostruktury krystalicznej	2
Ćw_06	Analiza wpływu temperatury wygrzewania na formowanie się struktury materiałów	2
Ćw_07	Analiza tlenków z wykorzystaniem spektroskopii fotoelektronów	2
Ćw_08	Określenie właściwości fotoelektrycznych złącza na podstawie metody fotokonduktancyjnej	2
Ćw_09	Zastosowanie metody obwiedni do interpretacji wyników uzyskanych na podstawie interferencji światła w cienkich warstwach	2
Ćw_10	Analiza właściwości optycznych materiałów na podstawie pomiarów transmisji światła	2
Ćw_11	Badanie głębokich poziomów w strukturach AIIIBV z wykorzystaniem metody DLTS	2
Ćw_12	Badanie defektów punktowych i rozciągniętych w strukturach AIIIBV za pomocą SEM	2
Ćw_13	Identyfikacja fazowa polikrystalicznych warstw sensorowych	2
Ćw_14	Charakteryzacja warstw epitaksjalnych i studni kwantowych na podstawie krzywych odbić	2
Ćw_15	Kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i z dyskusją
ND_02	Praca własna studenta
ND_03	Konsultacje
ND_04	Krótkie sprawdziany wiadomości przed rozpoczęciem ćwiczeń
ND_05	Rozwiązywanie zadań problemowych i rachunkowych

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

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01-PEK_W03	Sprawdzian pisemny
P2 = F2 (ćw)	PEK_U01, PEK_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. Wrocław, 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

[Danuta.Kaczmarek@pwr.edu.pl](mailto:Danuta.Kaczmarek@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Metody diagnostyczne

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W15	C01, C02	Wy_01-Wy_07	ND_01-ND_03
PEK_W02	S2ems_W15	C01, C02	Wy_08-Wy_15	ND_01-ND_03
PEK_W03	S2ems_W15	C01, C02	Wy_16-Wy_23	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U19	C03, C04	Ćw_01-Ćw_15	ND_04-ND_05
PEK_U02	S2ems_U19	C03, C04	Ćw_01-Ćw_15	ND_04-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K09	C03, C04	Ćw_01-Ćw_15	ND_04-ND_05

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Mikrosystemy analityczne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Analytical Microsystems</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009281</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		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
Brak wymagań

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C01 Uzyskanie wiedzy na temat działania, wytwarzania i zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii
C02 Zapoznanie się z wiedzą na temat projektowania i pomiarów bio-chipów analitycznych, mikroreaktorów chemicznych, detektorów elektronicznych i opto-elektronicznych
C03 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu mikrosystemów analitycznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_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

PEK\_K01 Pracuje samodzielnie i w zespole

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wstęp. Definicja mikrosystemów chemicznych ( mikrotasów ). Ich rodzaje, przegląd wybranych konstrukcji. Rola mikrosystemów chemicznych, dlaczego miniaturyzacja -Podstawy fizyczne mikrotasów: przepływy w mikrokanalach; przepływy laminarne i turbulenty; mieszanie i dozowanie w mikro i nanoobjętościach. Przepływy EHF, elektroosmoza, elektryczne sterowanie przepływami cieczy	2
Wy_02	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
Wy_03	Podzespoły dla mikrotasów: Mikrozapory - rodzaje, wykonanie, parametry, sterowanie. Mikrokanaly kapilarne i ich układy. Kolumny kapilarne podziałowe. Mieszalniki wirowe i dyfuzyjne. Mikropompy.	2
Wy_04	Mikrocujniki dla mikrotasów ciekowych: czujniki konduktometryczne, jonoselektywne na bazie tranzystorów IGFET, fluorometryczne i spektrometryczne z włóknami światłowodowymi	2
Wy_05	Mikrotasy ciekowe: analizatory CE, FFFE, TFFF, Bio-chipy. Chipy do replikacji PCR, analizatory DNA, chipy immunologiczne	2
Wy_06	Mikrocujniki przepływu objętości i masy gazu. Katarometry Mikrodozowniki wstrzykowe gazowe; z repetycją dozy, przepłukiwaniem zwrotnym, przekierowaniem dozy	2
Wy_07	Zintegrowane chromatografy gazowe: budowa i sterowanie, zastosowanie w systemach o pracy ciągłej. Mikroreaktory, nowa aparatura chemiczna. Ekonomia mikrotasów. Programy badawcze , rozwój	2
Wy_08	Kolokwium	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	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
La_02	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
La_03	Detekcja fluorometryczna DNA w mikro skali	3

La_04	Mikroczip cieczowy z pięcioma mikrozaworami i detektorem konduktometrycznym on the chip , o otwartej architekturze działania. Badanie wstrzykiwania i mieszania piko i nano objętości w układach typu T, Y z wykorzystaniem systemu wizualizacji	3
La_05	Przepływ i mieszanie cieczy w mikro skali	3
<b>Suma godzin</b>		15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Kartkówki na początku ćwiczeń, dyskusje
ND_04	Sprawozdania z ćwiczeń

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <p>1. Nam-Trung Nguyen, Steven T. Wereley, Fundamentals and applications of Microfluidics, Artech House, 2002</p> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <p>1. Jan A. Dziuban, Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo-szklanych w technice mikrosystemów, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 2004</p>
--

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Anna.Gorecka-Drzazga@pwr.edu.pl</u></b>

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Mikrosystemy analityczne Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W14	C01	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_02
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U15	C02, C03	La_01-La_05	ND_03, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K01	C02	La_01-La_05	ND_03, ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Mikrosystemy ceramiczne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Ceramic Microsystems</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009282</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami zachodzącymi w czujnikach, przetwornikach i mikrosystemach
- C02 Zapoznanie się z możliwościami technologii grubowarstwowej i LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) w zakresie wykonywania mikrosystemów ceramicznych
- C03 Zdobywanie umiejętności w zakresie projektowania czujników ceramicznych
- C04 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie
- C05 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu technologii mikrosystemów ceramicznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_U01 Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC

PEK\_U02 Potrafi zaprojektować wybrane czujniki, aktuatory i mikrosystemy ceramiczne. Potrafi opracować założenia dot. konstrukcji wybranych przyrządów oraz opracować algorytm technologii wykonania struktury

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Czujniki – definicje, klasyfikacja, zastosowanie. Podstawy zjawisk zachodzących w czujnikach, przetwornikach i mikrosystemach	2
Wy_02	Podstawy technologii grubowarstwowej i LTCC. Materiały i procesy wykorzystywane do wytwarzania mikrosystemów	2
Wy_03	Czujniki fizyczne. Czujniki temperatury, radiacji i przepływu - zasada pracy, konstrukcja, właściwości i zastosowanie	2
Wy_04	Czujniki i przetworniki mechaniczne. Efekty piezo rezystywny, magnetorezystywny i piezoelektryczny. Czujniki ciśnienia, siły i przemieszczenia	2
Wy_05	Procesy fizyczne i chemiczne w czujnikach. Czujniki chemiczne. Czujniki gazu	2
Wy_06	Czujniki wilgotności. Mechanizmy adsorpcji wody. Metody pomiaru wilgotności. Inne czujniki chemiczne	2
Wy_07	Przetworniki ceramiczne	2
Wy_08	Mikrosystemy LTCC	2
Wy_09	Mikrosystemy LTCC stosowane w analityce chemicznej	2
Wy_10	Mikrosystemy LTCC stosowane w medycynie	2
Wy_11	Mikrosystemy LTCC stosowane w motoryzacji	2
Wy_12	Mikroreaktory chemiczne	2
Wy_13	Zaawansowane obudowy czujników	2
Wy_14	Projektowanie i wytwarzanie mikrosystemów ceramicznych	2
Wy_15	Trendy rozwojowe czujników ceramicznych	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Ćwiczenie wprowadzające	1
Pr_02	Projekt ceramicznego czujnika ciśnienia wykorzystującego przetwarzanie piezoelektryczne	2
Pr_03	Projekt pojemnościowego czujnika ciśnienia wykonanego w technologii ceramicznej	2

Pr_04	Projekt ceramicznego czujnika przyspieszenia	2
Pr_05	Projekt ceramicznego systemu mikroprzepływowego z detekcją optyczną	2
Pr_06	Projekt ceramicznego mikroreaktora z detekcją elektrochemiczną	2
Pr_07	Projekt ceramicznego czujnika przepływu	2
Pr_08	Projekt ceramicznego układu do zastosowań biologicznych	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
ND_04	Praca własna – przygotowanie do wykładu
ND_05	Praca własna – przygotowanie do projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_U01	Dyskusje, egzamin
P2 = F2 (projekt)	PEK_U02, PEK_K01	Dyskusje, sprawozdania

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J.W. Gardner, Microsensors, Wiley, 1994</li> <li>2. M. Prudenziati, Thick film sensors, Elsevier, 1994</li> <li>3. L. Golonka, Zastosowanie ceramiki LTCC w mikroelektronice, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2001</li> <li>4. Proceedings of IMAPS/ACerS International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT)</li> </ol> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Scientific journals: Sensors and Actuators, Microelectronic Engineering, J. Micromech. Microeng.</li> <li>2. Conference Proceeding: Conf. Eurosensors, Conf. COE, Conf. IMAPS USA, IMAPS Poland Chapter</li> </ol>
---

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Leszek.Golonka@pwr.edu.pl</u></b>

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Mikrosystemy ceramiczne**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W13	C01-C03	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U13	C01-C03, C05	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_04
PEK_U02	S2ems_U14	C03-C05	Pr_01-Pr_08	ND_02-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K08	C03, C04	Pr_01-Pr_08	ND_02-ND_05



<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Postępy elektroniki i mikrosystemów</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Achievements in electronics and microsystems</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009283</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)					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 Zdobycie i ugruntowanie wiedzy 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 Zdobycie i utrwalenie przez studentów umiejętności wyszukiwania informacji na zadany temat
- C04 Zdobycie 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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

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

PEK\_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

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_U01, PEK_U02	Ocena zawartości merytorycznej prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego
F2	PEK_U03	Ocena prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego od strony technicznej
F3	PEK_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**

**Ryszard.Korbutowicz@pwr.edu.pl**

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Postępy elektroniki i mikrosystemów

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W01-K2eit_W12, S2ems_W12	C01, C02	Se_03-Se_15	ND_02-ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U01-K2eit_U16, S2ems_U01	C01-C04	Se_03-Se_15	ND_02-ND_05
PEK_U02	S2ems_U26	C03	Se_03-Se_15	ND_02-ND_05
PEK_U03	S2ems_U26	C04	Se_01-Se_15	ND_01-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K11	C05	Se_03-Se_15	ND_01-ND_05

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Seminarium dyplomowe</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diploma Seminar</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>ETD009286</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)					2
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1,4

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie przez studenta umiejętności prezentacji własnych kwalifikacji z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych oraz zasad tworzenia poprawnych tekstów technicznych
- C02 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

### Z zakresu umiejętności

PEK\_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

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Seminarium		Liczba godzin
Se_01	Wprowadzenie do zajęć	1
Se_02	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se_03	Praca dyplomowa – omówienie przez studentów tematyki i zakresu przewidywanych prac badawczych	3
Se_04	Prezentacja multimedialna CV każdego z uczestników seminarium	4
Se_05	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym	8
Se_06	Praca dyplomowa – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników	6
Se_07	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	4
Se_08	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja  
ND\_02 Praca własna – przygotowanie do prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień  
ND\_03 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu dyplomowego  
ND\_04 Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_K01,	Kontrola aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2	PEK_U01	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3	PEK_U01	Ocena prezentacji postępów w pracy dyplomowej
$P = 0,4 * F1 + 0,4 * F2 + 0,2 * F3$	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Średnia ocen

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Regulamin Studiów w Politechnice Wrocławskiej, Oficyna PWr
2. Materiały z wykładów
3. Publikacje z zakresu realizowanej pracy dyplomowej

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Zbigniew.W.Kowalski@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Seminarium dyplomowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W01-K2eit_W12, S2ems_W01- S2ems_W24	C01	Se_02-Se_07	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U01-K2eit_U16, S2ems_U01-S2ems_U27	C01, C02	Se_02-Se_07	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K01, S2ems_K03	C02	Se_02-Se_07	ND_01-ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Praca dyplomowa magisterska</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>MSc Diploma thesis</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009287</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					
Forma zaliczenia				Z	
Liczba punktów ECTS				20	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				20	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				14	

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk ścisłych
- C02 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
- C03 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole
- C04 Udział studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych, związanych ze studiowanym kierunkiem Elektronika i Telekomunikacja i specjalnością Mikrosystemy

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_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

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Zgromadzenie literatury przedmiotu i zapoznanie się z nią	
Pr_02	Prace własne – interpretacja oraz krytyczna ocena uzyskanych wyników	
Pr_03	Napisanie pracy dyplomowej jako dzieła	
<b>Suma godzin</b>		

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja  
ND\_02 Praca własna – studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej oraz prowadzenie badań  
ND\_03 Praca własna – pisanie tekstu naukowo-technicznego kontrolowanego przez promotora  
ND\_04 Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
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

Zbigniew.W.Kowalski@pwr.edu.pl



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Praca dyplomowa magisterska**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W21	C01, C04	Pr_01	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U24	C02, C04	Pr_02, Pr_03	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K01	C03	Pr_01- Pr_03	ND_01-ND_03

**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>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>	<b>/ Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009289</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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_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

Krzysztof.Urbanski@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Systemy operacyjne

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W17	C01	Wy_01-Wy_07	ND_01-ND_03, ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U21	C02	La_01-La_07	ND_02, ND_04, ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K01	C02	La_01-La_07	ND_02, ND_04, ND_06

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Sensory</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Sensors</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / 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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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 KSZTAŁCENIA**

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje, konsultacje, egzamin
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_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 Eurosenors</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Anna.Sankowska@pwr.edu.pl</u></b>

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Sensory**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W16	C01-C05	Wy_01-Wy_23	ND_01, ND_03, ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	S2 ems_U20	C01-C05	La_01-La_09	ND_02-ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K08	C01-C05	La_01-La_09	ND_02-ND_04



<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Application of analogue and digital integrated circuits</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009292</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**

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi elektronicznymi układami liniowymi, nieliniowymi i przetwarzania danych budowanymi na bazie układów scalonych
- C02 Zapoznanie studentów z zasadami projektowania zaawansowanych układów elektronicznych
- C03 Wykształcenie umiejętności doboru elementów elektronicznych do zadanych wymagań technicznych i eksploatacyjnych
- C04 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych związanych z analogowymi i cyfrowymi układami elektronicznymi

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi zaprojektować układy elektroniczne odpowiedzialne za pomiar i przetwarzanie sygnałów czujnikowych, a w zależności od stopnia złożoności wykonać, uruchomić i zmierzyć właściwości użytkowe skonstruowanych układów analogowych i cyfrowych przeznaczonych do sterowania i pomiaru (detekcji)

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Właściwości i charakterystyki wzmacniaczy operacyjnych	2
Wy_02	Układy liniowego i nieliniowego przetwarzania konstruowane na bazie wzmacniaczy operacyjnych	2
Wy_03	Właściwości i charakterystyki wzmacniaczy instrumentacyjnych i wzmacniaczy różnicowych	2
Wy_04	Układy przetworników sygnałów z fotodetektorów	2
Wy_05	Źródła prądowe i napięciowe	2
Wy_06	Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe-podstawowe charakterystyki użytkowe	2
Wy_07	Układy wejściowe i wyjściowe dla przetworników analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych	2
Wy_08	Kolokwium zaliczeniowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Zajęcia wprowadzające - sprawy organizacyjne, zasady realizacji zadań projektowych, zasady BHP, obsługa przyrządów, metody pomiarowe	2
Pr_02	Omówienie listy tematów projektowych	2
Pr_03	Dyskusja i omówienie wybranych zadań projektowych	2
Pr_04	Dyskusja i ocena przyjętego schematu blokowego konstruowanego układu elektronicznego na bazie analogowych i cyfrowych układów elektronicznych	2
Pr_05	Edycja i korekta schematu ideowego konstruowanego układu elektronicznego - Część pierwsza: zasilanie i elementy pasywne	2
Pr_06	Edycja i korekta schematu ideowego konstruowanego układu elektronicznego - Część druga: elementy aktywne	2
Pr_07	Analiza teoretyczna zaprojektowanego układu	2
Pr_08	Symulacja zaprojektowanego układu	2
Pr_09	Korekta założeń układu mechanicznego dla projektowanej konstrukcji	2
Pr_10	Edycja i korekta płytki drukowanej zaprojektowanego układu elektronicznego - Część pierwsza: zasilanie i elementy pasywne	2
Pr_11	Edycja i korekta płytki drukowanej zaprojektowanego układu elektronicznego - Część druga: zasilanie i elementy aktywne	2

Pr_12	Trawienie płytki drukowanej wybranych bloków	2
Pr_13	Montaż wybranych bloków zaprojektowanego układu	2
Pr_14	Uruchomienie wybranych bloków i ich pomiary	2
Pr_15	Prezentacja opracowanego projektu	2
<b>Suma godzin</b>		30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z dyskusją
ND_02	Wykład multimedialny z dyskusją
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna - przygotowanie zadanych zagadnień do wykładu
ND_05	Praca własna - przygotowanie do kolokwium
ND_06	Praca własna - samodzielne studia w zakresie bieżących zagadnień projektu

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_K01	Pisemne sprawozdanie

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>Literatura podstawowa</u></b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Instrukcje laboratoryjne przygotowane przez zespół realizujący zadania dydaktyczne laboratorium układów elektronicznych WEMiF, 2007</li> <li>J. Baranowski, G. Czajkowski, Układy analogowe nieliniowe i impulsowe, WNT, Warszawa, 2004</li> <li>Kuta, Układy elektroniczne cz.1, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2000</li> <li>M. Niedźwiecki, M. Rasiukiewicz, Nieliniowe elektroniczne układy analogowe, WNT, Warszawa, 1992</li> </ol>	
<b><u>Literatura uzupełniająca</u></b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Laboratorium układów elektronicznych cz.2, skrypt pod redakcją A. Prałata, Oficyna wydawnicza PWr</li> <li>P. Górecki, Wzmacniacze operacyjne, Wydawnictwo BCT, 2004</li> <li>P. Horowitz, W. Hill, Sztuka elektroniki, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 2009</li> <li>S. Kuta, Elementy i układy elektroniczne cz.2, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2000</li> </ol>	

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Teodor.Gotszalk@pwr.edu.pl</u></b>

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W03	C01	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	S2ems_U22	C02-C04	Pr_01-Pr_15	ND_03, ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	S2ems_K01	C03	Pr_01-Pr_15	ND_03, ND_06

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
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>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / 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 KSZTAŁCENIA**

**Z zakresu wiedzy**

- PEK\_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 KSZTAŁCENIA**

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
PI = F1 (wykład)	PEK_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****Andrzej.Dziejic@pwr.edu.pl****MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU****Elektronika polimerowa i molekularna****Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU****Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2ems_W22	C01	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Elementy i układy optoelektroniczne II</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optoelectronic Elements and circuits II</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009381</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)			1	2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			0,7	1,4	

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

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
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 Współdział studentów w prowadzeniu badań naukowych związanych z naukami technicznymi, w zakresie takich dyscyplin jak elektronika, inżynieria materiałowa, telekomunikacja

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu umiejętności

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

#### Z zakresu kompetencji społecznych

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Laboratorium		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

Forma zajęć - Projekt		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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (lab)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki, sprawozdania
P2 = F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_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

**Beata.Sciana@pwr.edu.pl**

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Elementy i układy optoelektroniczne II

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U03	C01-C03	La_01-La_05, Pr_01-Pr_07	ND_01-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K04	C02, C03	La_01-La_05, Pr_01-Pr_07	ND_01-ND_05

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

Nazwa w języku polskim:	<b>MEOMS-y</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>MEOMS</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>ETD009383</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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma pogłębioną wiedzę na temat procesów wytwarzania mikrosystemów optycznych, ich parametrów konstrukcyjnych i użytkowych

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu i przygotować opracowanie wyników

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie przyjmując w niej różne role

## TREŚCI 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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_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

Jan.Dziuban@pwr.edu.pl

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### MEOMS-y

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W06	C01	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U03	C02, C03	La_01-La_05	ND_02-ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K04	C02	La_01-La_05	ND_02-ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Technika laserowa</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Laser Techniques</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / 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 Zdobycie umiejętności prowadzenia eksperymentów z zakresu techniki laserowej
- C04 Umiejętność wykorzystania elementarnego sprzętu wykorzystywanego w technice laserowej
- C05 Nauka samodzielnej interpretacji otrzymanych wyników

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki niezbędną do rozumienia zjawisk fizycznych w zakresie elektroniki

### Z zakresu umiejętności

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Test pisemny
P2 = F2 (lab)	PEK_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

[Krzysztof.Abramski@pwr.edu.pl](mailto:Krzysztof.Abramski@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Technika laserowa

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W05	C01, C02	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_02, ND_07
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U03	C03-C05	La_02-La_07	ND_03-ND_07



**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>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</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 Zdobywanie 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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK_W01	Nabywanie wiedzy o aktualnym stanie rozwoju oraz o trendach rozwojowych w zakresie optycznych sieci telekomunikacyjnych
PEK_W02	Zna funkcje, możliwości i struktury optycznych sieci transportowych
PEK_W03	Zna funkcje, możliwości i struktury optycznych sieci dostępowych
PEK_W04	Jest w stanie zaproponować strukturę optycznej sieci transportowej i dostępowej dla konkretnych wymagań

### Z zakresu umiejętności

PEK_U01	Potrafi stosować podstawowe przyrządy do pomiaru parametrów urządzeń i tworzyć podstawowe struktury optycznych sieci transportowych i dostępowych
PEK_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 transparenacji 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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01-PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_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

Zbigniew.Siwiek@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Telekomunikacja światłowodowa

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W11	C01	Wy_01-Wy_04	ND_01, ND_04, ND_06
PEK_W02	S2eot_W11	C01	Wy_01-Wy_04	ND_01, ND_04, ND_06
PEK_W03	S2eot_W11	C02, C04	Wy_05	ND_01, ND_04, ND_06
PEK_W04	S2eot_W11	C01, C02, C04	Wy_06	ND_01, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U03	C03	La_01-La_05	ND_02-ND_07
PEK_U02	S2eot_U12	C03	La_01-La_05	ND_02-ND_07

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Miernictwo optoelektroniczne</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Optoelectronic Metrology</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009386</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	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. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Poznanie podstaw miernictwa optoelektronicznego oraz budowy i zasady działania układów pomiarowych
- C02 Nabycie umiejętności wykonywania podstawowych pomiarów parametrów elementów optoelektronicznych, wielkości fizycznych i mechanicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C03 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do prowadzenia pomiarów optoelektronicznych
- C04 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych dotyczących miernictwa optoelektronicznego
- C05 Wykształcenie umiejętności posługiwania się technikami pomiarowymi z zakresu optoelektroniki do prowadzenia prac naukowo-badawczych
- C06 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych związanych z miernictwem optoelektronicznym

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Poznanie i rozumienie podstawowych pojęć z zakresu miernictwa optoelektronicznego, technik pomiarowych oraz obszarów zastosowań miernictwa optoelektronicznego

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Umiejętność samodzielnego zestawiania podstawowych układów pomiarowych oraz doboru techniki i potrzebnych danych do wykonania zadania pomiarowego

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Rozwinięcie umiejętności działania w grupie, przy jednoczesnym braniu odpowiedzialności za wyniki własnych działań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Część organizacyjna wykładu: ustalenie zakresu kursu i wymagań do zaliczenia, omówienie materiałów do wykładu, podanie wykazu literatury. Wykład: Podstawowe definicje w miernictwie optoelektronicznym	2
Wy_02	Podstawowe elementy optoelektroniczne systemów pomiarowych. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_03	Przegląd optoelektronicznych układów i systemów pomiarowych. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_04	Interferometria laserowa : zasada działania, komponenty systemu, zastosowania. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_05	Optyczne metody pomiaru grubości warstw. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_06	Optyczne metody pomiaru chropowatości powierzchni. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_07	Optyczne liniały pomiarowe i cyfrowe czytniki położenia. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_08	Podsumowanie wykładu. Perspektywy rozwoju technik miernictwa optoelektronicznego. Sprawdzian wiedzy (kolokwium)	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	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
La_02	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
La_03	Laserowy pomiar średnicy włókien metodą dyfrakcyjną	3
La_04	Badanie parametrów metrologicznych lasera He-Ne	3
La_05	Badanie parametrów elektrycznych, optycznych i termicznych lasera półprzewodnikowego	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami
ND_02	Materiały do wykładu i laboratorium on-line
ND_03	Laboratorium: 15-minutowe sprawdziany z przygotowania do zajęć
ND_04	Realizacja zadań laboratoryjnych pod nadzorem prowadzącego
ND_05	Praca własna: przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_06	Praca własna: przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_07	Praca własna: samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_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

**Jacek.Radojewski@pwr.edu.pl**

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Miernictwo optoelektroniczne**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W07, S2eot_W08	C01, C05	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_02, ND_05, ND_07
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U09, S2eot_U15	C02-C06	La_01-La_05	ND_03, ND_04, ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K04	C02-C05	La_01-La_05	ND_03, ND_04, ND_06

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Metody symulacji komputerowej w fotonice</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Computer Simulations in Photonics</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009387</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 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 konstrukcyjno-materiałowych oraz stosowanych modeli elektrycznych, optycznych i termicznych w programie SimWindows ver. 1.5 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	Zdobycie umiejętności projektowania sieci komputerowych za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie programu Opnet)
C06	Zdobycie umiejętności modelowania przyrządów i systemów fotoniki za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie programu Optiperformer)
C07	Zdobycie umiejętności stosowania oprogramowania do modelowania urządzeń i zjawisk fotoniki w pracy naukowej

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

#### **Z zakresu wiedzy**

PEK\_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 fotonicznych

#### **Z zakresu umiejętności**

PEK\_U01 Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne (w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując) do analizy i projektowania elementów, układów i systemów elektronicznych i fotonicznych

#### **Z zakresu kompetencji społecznych**

PEK\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy

### **TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Wykład wprowadzający: definicja fotoniki, podstawowe wymagania stawiane współczesnym programom symulującym pracę przyrządów optoelektronicznych	2
Wy_02	Przypomnienie wiadomości na temat symulatora optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych -SimWindows 1.5, pogłębienie wiedzy z zakresu modelowania zjawisk optycznych, elektrycznych i termicznych w przyrządach optoelektronicznych	2
Wy_03	Omówienie wpływu parametrów konstrukcyjno-materiałowych i stosowanych modeli matematycznych programu SimWindows ver. 1.5 na wyniki symulacji charakterystyk użytkowych przykładowych struktur optoelektronicznych	3
Wy_04	Zasady modelowania złożonych układów i systemów fotoniki	2
Wy_05	Prezentacja narzędzia CAD do modelowania układów i systemów fotoniki	2
Wy_06	Zasady modelowania sieci komputerowych	2
Wy_07	Prezentacja narzędzia CAD do modelowania sieci komputerowych	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La_01	Laboratorium wprowadzające - omówienie warunków zaliczenia kursu, szkolenie BHP, przypomnienie zagadnień związanych z programem SimWindows ver.1.5, wybór zagadnienia projektowego	2
La_02	Praca nad zagadnieniem projektowym, symulacje charakterystyk użytkowych wybranych struktur optoelektronicznych	2
La_03	Analiza wpływu parametrów konstrukcyjno-materiałowych i stosowanych modeli matematycznych programu SimWindows ver. 1.5 na wyniki symulacji charakterystyk użytkowych	2
La_04	Opracowanie otrzymanych wyników symulacji w formie pisemnej	2

La_05	Projektowanie przykładowego układu optoelektroniki za pomocą narzędzie CAD	2
La_06	Opracowanie i analiza wyników projektowania urządzenia optoelektronicznego za pomocą narzędzia CAD	2
La_07	Zaprojektowanie i analiza prostej sieci komputerowej za pomocą specjalizowanego narzędzia CAD	3
<b>Suma godzin</b>		15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Symulacje komputerowe przy zastosowaniu programu SimWindows ver. 1.5.
ND_03	Opracowywanie wyników symulacji komputerowych w formie pisemnej
ND_04	Konsultacje
ND_05	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do realizacji zadania projektowego

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje, kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>Literatura podstawowa</u></b>	
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	

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Sergiusz.Patela@pwr.edu.pl</u></b>

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Metody symulacji komputerowej w fotonice**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W10	C01, C03, C05-C07	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U06	C01, C04-C07	La_01-La_07	ND_03-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K01	C03, C04, C07	La_01-La_07	ND_03-ND_05

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Seminarium dyplomowe</b>	
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diploma Seminar</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>ETD009389</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)					2
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1,4

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie przez studenta umiejętności prezentacji własnych kwalifikacji z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych oraz zasad tworzenia poprawnych tekstów technicznych
- C02 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i Technika Światłowodowa

### Z zakresu umiejętności

PEK\_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

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Seminarium		Liczba godzin
Se_01	Wprowadzenie do zajęć	1
Se_02	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se_03	Praca dyplomowa – omówienie przez studentów tematyki i zakresu przewidywanych prac badawczych	3
Se_04	Prezentacja multimedialna CV każdego z uczestników seminarium	4
Se_05	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym	8
Se_06	Praca dyplomowa – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników	6
Se_07	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	4
Se_08	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja  
ND\_02 Praca własna – przygotowanie do prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień  
ND\_03 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu dyplomowego  
ND\_04 Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_K01,	Kontrola aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2	PEK_U01	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3	PEK_U01	Ocena prezentacji postępów w pracy dyplomowej
$P = 0,4 * F1 + 0,4 * F2 + 0,2 * F3$	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Średnia ocen

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Regulamin Studiów w Politechnice Wrocławskiej, Oficyna PWr
2. Materiały z wykładów
3. Publikacje z zakresu realizowanej pracy dyplomowej

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Zbigniew.W.Kowalski@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Seminarium dyplomowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W01-K2eit_W12, S2eot_W01-S2eot_W11	C01	Se_02-Se_07	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U01-K2eit_U16, S2eot_U01-S2eot_U19	C01, C02	Se_02-Se_07	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K01, S2eot_K04	C02	Se_02-Se_07	ND_01-ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Praca dyplomowa magisterska</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>MSc Diploma thesis</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009390</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					
Forma zaliczenia				Z	
Liczba punktów ECTS				20	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				20	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				14	

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk ścisłych
- C02 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
- C03 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole
- C04 Udział studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych, związanych ze studiowanym kierunkiem Elektronika i Telekomunikacja i specjalnością Optoelektronika i technika światłowodowa

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_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

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Zgromadzenie literatury przedmiotu i zapoznanie się z nią	
Pr_02	Prace własne – interpretacja oraz krytyczna ocena uzyskanych wyników	
Pr_03	Napisanie pracy dyplomowej jako dzieła	
<b>Suma godzin</b>		

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja  
ND\_02 Praca własna – studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej oraz prowadzenie badań  
ND\_03 Praca własna – pisanie tekstu naukowo-technicznego kontrolowanego przez promotora  
ND\_04 Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
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

Zbigniew.W.Kowalski@pwr.edu.pl



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Praca dyplomowa magisterska**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W01-K2eit_W12, S2eot_W01-S2eot_W11	C01, C04	Pr_01	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U01-K2eit_U16, S2eot_U01-S2eot_U19	C02, C04	Pr_02, Pr_03	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	K2eit_K01-K2eit_K12, S2eot_K01-S2eot_K04	C03	Pr_01- Pr_03	ND_01-ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Postępy elektroniki i fotoniki</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Achievements in electronics and photonics</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009391</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)					2
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1,4

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowa wiedza na temat elektroniki i optoelektroniki</li> <li>2. Umiejętność wyszukiwania informacji</li> <li>3. Umiejętność tworzenia prezentacji multimedialnych</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
<p>C01 Zdobycie i ugruntowanie wiedzy na temat osiągnięć współczesnej elektroniki użytkowej oraz przemysłowej: mikroelektronika, optoelektronika (detektory i źródła światła, systemy laserowe itp.), elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy</p> <p>C02 Student powinien po kursie dysponować wiedzą o najnowszych zastosowaniach elektroniki</p> <p>C03 Zdobycie i utrwalenie przez studentów umiejętności wyszukiwania informacji na zadany temat</p> <p>C04 Zdobycie i utrwalenie umiejętności sporządzania prezentacji multimedialnych, przygotowania do wystąpień publicznych oraz umiejętności formułowania opracowań na piśmie</p> <p>C05 Umiejętność brania udziału w dyskusji na forum publicznym</p>

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

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

PEK\_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

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi uczestniczyć w dyskusji na forum publicznym

## 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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_U01, PEK_U02	Ocena zawartości merytorycznej prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego
F2	PEK_U03	Ocena prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego od strony technicznej
F3	PEK_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**

**Ryszard.Korbutowicz@pwr.edu.pl**

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Postępy elektroniki i fotoniki

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W01-K2eit_W12, S2eot_W01-S2eot_W11	C01-C03	Se_03-Se_15	ND_02-ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U01-K2eit_U16, S2eot_U18	C01-C04	Se_01-Se_15	ND_02-ND_05
PEK_U02	S2eot_U01	C03	Se_03-Se_15	ND_02-ND_05
PEK_U03	S2eot_U04, S2eot_U05	C04	Se_01-Se_15	ND_01-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K01-S2eot_K04	C04, C05	Se_03-Se_15	ND_01-ND_05

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Czujniki światłowodowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Fiber Optic Sensors</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</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 włókniastych 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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie budowy, projektowania i zastosowania światłowodowych systemów pomiarowych we współczesnej technice i medycynie

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi wykorzystać poznane światłowodowe czujniki do pomiaru i monitorowania wskazanych wielkości fizycznych i chemicznych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje, egzamin
P2 = F2 (lab)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<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: systems and applications, vol. two, Artech House, 1988</li> <li>J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. one, Artech House, 1988</li> <li>Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa, 2006</li> </ol> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Materiały konferencyjne z międzynarodowej konferencji Euroensors</li> <li>Materiały konferencyjne z krajowej konferencji Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne</li> </ol>
---

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<a href="mailto:Anna.Sankowska@pwr.edu.pl">Anna.Sankowska@pwr.edu.pl</a>

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Czujniki światłowodowe

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W07	C01-C05	Wy_01-Wy_15	ND_01, ND_02, ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U19	C03-C05	La_01-La_10	ND_02-ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K03	C03-C05	La_01-La_10	ND_02-ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Projektowanie urządzeń optoelektronicznych</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Design and Construction of Optoelectronic Circuits</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ETD009393</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. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Poznanie podstaw konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych
- C02 Nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C03 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i analizy układów elektronicznych
- C04 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych układów elektronicznych.
- C05 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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_U01 Umiejętność doboru techniki i potrzebnych danych do wykonania zadania projektowego oraz samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Rozwinięcie umiejętności działania w grupie, przy jednoczesnym braniu odpowiedzialności za wyniki własnych działań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	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
Wy_02	Elementy optoelektroniczne w układach elektronicznych. Diody LED, typy, parametry i sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_03	Lasery półprzewodnikowe, typy, parametry i sterowanie. Detektory światła - typy, podstawowe konfiguracje przedwzmacniaczy. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_04	Czujniki optoelektroniczne - typy, konstrukcje, parametry, sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_05	Wyświetlacze alfanumeryczne i obrazowe. Typy, konstrukcje, parametry, sterowanie, zastosowanie. Optoizolatory - typy, parametry, zastosowania. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_06	Źródła światła i detektory światłowodowe telekomunikacyjne. Źródła światła i detektory do współpracy ze światłowodami plastikowymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_07	Przegląd układów elektronicznych z podzespołami optoelektronicznymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy_08	Podsumowanie wykładu. Perspektywy rozwoju technik projektowania układów optoelektronicznych. Sprawdzian wiedzy (kolokwium)	1
<b>Suma godzin</b>		15

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Ustalenie podstawowych założeń techniczno-projektowych dla poszczególnych projektów studenckich. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr_02	Analiza funkcji realizowanych przez projektowany układ optoelektroniczny. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr_03	Analiza danych katalogowych i przystosowanie zdobytych informacji do potrzeb projektu. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr_04	Projekt układu optoelektronicznego spełniającego założenia techniczno-projektowe na podstawie dotychczasowej wiedzy i umiejętności. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr_05	Projekt schematu elektrycznego dla przygotowywanego projektu. Symulacja działania podzespołów. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr_06	Projekt obwodu drukowanego dla przygotowywanego projektu. Wykonanie wizualizacji płytek. Projekt rozmieszczenia urządzenia w obudowie. Projekt płyty czołowej. Ocena parametrów. Dyskusja wyników	2
Pr_07	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat	3
<b>Suma godzin</b>		15

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami.
ND_02	Pokazy oprogramowania służącego do projektowania i analizy układów elektronicznych
ND_03	Przykładowe analizy kart katalogowych układów optoelektronicznych
ND_04	Materiały do wykładu i projektu on-line
ND_05	Zadania projektowe do samodzielnego wykonania
ND_06	Wspólne dyskusje otwarte na zajęciach na różnych etapach nauki
ND_07	Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
P2 = F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_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

**Jacek.Radojewski@pwr.edu.pl**

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Projektowanie urządzeń optoelektronicznych**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W07, S2eot_W11	C01, C05	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_04, ND_06. ND_07
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U11, S2eot_U19	C02-C05	Pr_01-Pr_07	ND_02, ND_03, ND_05-ND_08
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K04	C02, C05	Pr_01-Pr_07	ND_02, ND_03, ND_05-ND_08

**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>	
Stopień i forma:	<b>II stopnia</b>	<b>/ Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</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 KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_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

PEK\_U01 Potrafi dobierać i oceniać elementy światłowodowe i optoelektroniczne stosowane przy konstrukcji systemów fotoniki i sieci światłowodowych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_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 KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01	Konsultacje, sprawdziany, test końcowy
P2 = F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_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

Sergiusz.Patela@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Sieci światłowodowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Elektronika i Telekomunikacja

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	S2eot_W02	C01, C02, C04, C06	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_02
PEK_U01 (umiejętności)	S2eot_U20	C03, C05, C06	Pr_01-Pr_06	ND_03, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	S2eot_K04	C03, C05, C06	Pr_01-Pr_06	ND_03, ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Matematyka</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Mathematics</b>
Kierunek:	<b>Elektronika i Telekomunikacja</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Ogólnouczeniiany</b>
Kod przedmiotu:	<b>MAT001437</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. 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**

- C01 Poznanie podstawowych pojęć dotyczących przestrzeni liniowych
- C02 Poznanie podstawowych własności szeregów Fouriera i transformaty Fouriera
- C03 Poznanie 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
- C04 Poznanie podstawowych pojęć, twierdzeń i metod dotyczących prostych równań różniczkowych cząstkowych oraz równań całkowych typu Voltery i Fredholma

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Ma podstawową wiedzę z zakresu przestrzeni liniowej  
 PEK\_W02 Ma podstawową wiedzę z zakresu szeregów Fouriera i transformaty Fouriera  
 PEK\_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  
 PEK\_W04 Ma podstawową wiedzę z zakresu równań różniczkowych cząstkowych pierwszego i drugiego rzędu oraz równań całkowych typu Volterra i Fredholma

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 potrafi wyznaczać szeregi Fouriera i transformaty Fouriera podstawowych funkcji  
 PEK\_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  
 PEK\_U03 potrafi rozwiązywać proste równania różniczkowe cząstkowe oraz stosować metody iteracyjne do rozwiązywania równań całkowych typu Volterra i Fredholma

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę  
 PEK\_K02 Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Przestrzeń liniowa skończenie wymiarowa i nieskończenie wymiarowa. Przykłady	2
Wy_02	Trygonometryczne szeregi Fouriera.	3
Wy_03	Transformata Fouriera i jej podstawowe własności. Splot funkcji	3
Wy_04	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
Wy_05	Równania różniczkowe liniowe pierwszego rzędu. Metoda czynnika całkującego. Równanie Bernoulliego. Krzywe ortogonalne	3
Wy_06	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
Wy_07	Równania różniczkowe zwyczajne liniowe drugiego rzędu jednorodne i niejednorodne. Metoda uzmienniania stałych	2
Wy_08	Układy jednorodne równań różniczkowych liniowych. Metoda Eulera	2
Wy_09	Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu. Całka równania liniowego jednorodnego. Równanie Clairauta. Równanie transportu	3
Wy_10	Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu. Równanie fali. Równanie ciepła. Równanie Laplace'a	3
Wy_11	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>



Forma zajęć - Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw_01	Analizowanie zagadnień związanych z pojęciami przestrzeni liniowej	3
Ćw_02	Wyznaczanie i badanie szeregów Fouriera	3
Ćw_03	Wyznaczanie transformaty Fouriera i spłotów funkcji	2
Ćw_04	Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego rzędu o zmiennych rozdzielonych, liniowych, jednorodnych oraz Bernoulliego. Zastosowania powyższych równań w technice	4
Ćw_05	Rozwiązywanie równań różniczkowych drugiego rzędu i ich zastosowania w technice	3
Ćw_06	Rozwiązywanie układów liniowych równań różniczkowych	3
Ćw_07	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu	3
Ćw_08	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu	3
Ćw_09	Rozwiązywanie równań całkowych typu Volterra oraz Fredholma	4
Ćw_10	Kolokwia zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
ND_01	Wykład – metoda tradycyjna
ND_02	Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 = F1 (wykład)	PEK_W01-PEK_W04 PEK_K02	Egzamin
P2 = F2 (ćw)	PEK_U01-PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<b><u>Literatura podstawowa</u></b>	
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	
<b><u>Literatura uzupełniająca</u></b>	
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
<b><u><a href="mailto:Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl">Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl</a></u>; <u><a href="mailto:Tomasz.Grzywny@pwr.edu.pl">Tomasz.Grzywny@pwr.edu.pl</a></u></b> Wydziałowa komisja programowa ds. kursów ogólnouczelnianych

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Matematyka**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Elektronika i Telekomunikacja**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2eit_W06	C01	Wy_01	ND_01, ND_03, ND_04
PEK_W02	K2eit_W06	C02	Wy_02, Wy_03	ND_01, ND_03, ND_04
PEK_W03	K2eit_W06	C03	Wy_04-Wy_08	ND_01, ND_03, ND_04
PEK_W04	K2eit_W06	C04	Wy_09-Wy_11	ND_01, ND_03, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2eit_U06	C02	Ćw_02, Ćw_03	ND_02-ND_04
PEK_U02	K2eit_U06	C03	Ćw_04-Ćw_06	ND_02-ND_04
PEK_U03	K2eit_U06	C04	Ćw_07-Ćw_09	ND_02-ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	K2eit_K02	C01-C04	Wy_02-Wy_11 Ćw_02-Ćw_09	ND_01-ND_04
PEK_K02	K2eit_K02	C01-C04	Wy_01-Wy_11 Ćw_01-Ćw_09	ND_01-ND_04