

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

KIERUNEK STUDIÓW: Elektronika i telekomunikacja

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

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: język polski

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów dla specjalności Mikrosystemy – zał. nr 3a do programu studiów
4. Plan studiów dla specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa – zał. nr 3b do programu studiów

*niepotrzebne skreślić

ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Wydział: Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

Kierunek studiów: Elektronika i telekomunikacja

Poziom studiów: studia drugiego stopnia

Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki inżyniersko-techniczne

Dyscyplina: Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne

Objaśnienie oznaczeń:

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

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

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K2EIT_W1 – efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K2EIT_U1 – efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K2EIT_K1 – efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

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

Kierunkowe efekty uczenia się

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Elektronika i telekomunikacja Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
K2EIT_W1	opisuje i wyjaśnia zagadnienia matematyczne dotyczące: 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	P7S_WG	
K2EIT_W2	opisuje i wyjaśnia zagadnienia teoretyczne i doświadczalne z zakresu chemii; fizyki; fizyki kwantowej; fizyki ciała stałego dla szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki; fotoniki; nanotechnologii	P7U_W	P7S_WG	
K2EIT_W3	opisuje i wyjaśnia elementy statystyki matematycznej pod kątem możliwości zastosowania jej w praktyce inżynierskiej i w badaniach naukowych w obszarze dyscypliny Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2EIT_W4	opisuje i wyjaśnia zagadnienia teoretyczne dotyczące technik, metod i algorytmów numerycznych, takich jak: różniczkowanie i całkowanie numeryczne, interpolacja/optimalizacja numeryczna stosowana, modelowania działania oraz zjawisk występujących w strukturach mikroelektronicznych; fotonicznych	P7U_W	P7S_WG	
K2EIT_W5	opisuje i wyjaśnia zagadnienia w zakresie teorii i metod programowania liniowego i nieliniowego wykorzystywanych w działaniach optymalizacyjnych	P7U_W	P7S_WG	

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Elektronika i telekomunikacja Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającą uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2EIT_W6	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące teorii niezawodności, metod testowania elementów i urządzeń, metod diagnostyki, charakterystyk w teorii niezawodności, typowych rozkładów, niezawodności systemów, estymacji parametrów niezawodności, planów badań, testowania i diagnostyki oraz modeli uszkodzeń	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2EIT_W7	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące budowy; zasady działania; parametrów; kryteriów doboru w zależności od obszaru zastosowania; technologii wytwarzania; projektowania; oceny jakości struktur mikroelektronicznych; fotonicznych; mikrosystemów; światłowodów	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2EIT_W8	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące doboru i wykorzystania metod badawczych, metod analizy wyników eksperymentalnych; systemów pomiarowych; przyrządów i układów pomiarowych do kompleksowej diagnostyki elementów; materiałów dla elektroniki; fotoniki	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2EIT_W9	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące konstrukcji; działania; projektowania układów/systemów elektronicznych; fotonicznych; optoelektronicznych; sensorowych; mikrosystemowych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2EIT_W10	opisuje i wyjaśnia budowę; zasadę działania; zasady konfiguracji elementów; układów; systemów w specjalistycznych obszarach zastosowań w zakresie elektroniki; fotoniki; mikrosystemów	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2EIT_W11	wymienia; klasyfikuje; opisuje najnowsze trendy rozwojowe elektroniki; fotoniki; mikrosystemów oraz związane z nimi dylematy społeczno-ekonomiczne	P7U_W	P7S_WG P7S_WK	
K2EIT_W12	charakteryzuje złożone i kompleksowe problemy merytoryczne powiązane z elektroniką; fotoniką; mikrosystemami	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Elektronika i telekomunikacja Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2EIT_W13	opisuje i wyjaśnia zagadnienia dotyczące organizacji produkcji, zarządzania małym przedsiębiorstwem, zarządzania jakością, prowadzenia działalności gospodarczej z uwzględnieniem ekonomicznych, prawnych, społecznych i innych pozatechnicznych uwarunkowań	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INŻ
UMIEJĘTNOŚCI (U)				
K2EIT_U1	potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z równań różniczkowych i całkowych oraz procesów stochastycznych do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych powiązanych z elektroniką i fotoniką	P7U_U	P7S_UW	
K2EIT_U2	dobiera metody statystyczne oraz potrafi analizować, interpretować oraz prezentować zebrane dane statystyczne w analizie różnorodnych zjawisk fizycznych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U3	dobiera oraz potrafi zastosować metody numeryczne do rozwiązywania zagadnień inżynierskich i badawczych zawartych w obszarze dyscypliny Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, w szczególności dotyczących mikrosystemów; struktur mikroelektronicznych; fonicznych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U4	potrafi rozwiązywać zagadnienia z zakresu: obliczania charakterystyk niezawodności, obliczania parametrów z wykorzystaniem danych pomiarowych, planowania sposobów testowania, planowania metod diagnostyki	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U5	potrafi stosując metody programowania liniowego i nieliniowego rozwiązywać przykłady i zadania optymalizując postawiony cel	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U6	potrafi ocenić i wykorzystać elementy/obiekty o wymiarach nanometrowych (przede wszystkim elementy półprzewodnikowe oraz inne wykonane różnicowanymi technikami/technologiami)	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Elektronika i telekomunikacja Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2EIT_U7	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U8	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi ocenić czasochłonność zadania; potrafi kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie	P7U_U	P7S_UO	
K2EIT_U9	potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U10	formułuje i wyczerpująco uzasadnia opinie, potrafi brać udział w dyskusji/debacie, moderować rozmowy oraz wygłaszać prezentacje skierowane do zróżnicowanego kręgu odbiorców	P7U_U	P7S_UK	
K2EIT_U11	posługuje się specjalistycznym językiem obcym co najmniej na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz zna więcej niż jeden język obcy	P7U_U	P7S_UK	
K2EIT_U12	planuje i realizuje proces samokształcenia, określa możliwe kierunki dalszego poszerzania wiedzy, umiejętności i kompetencji, a także ukierunkowuje innych w tym zakresie	P7U_U	P7S_UU	
K2EIT_U13	potrafi ocenić i porównać rozwiązania projektowe; procesy wytwarzania elementów i układów stosowanych w elektronice; technice mikrosystemów; fotonice ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne (pobór mocy, budżet termiczny, szybkość działania, niezawodność, czasochłonność, koszt itp.)	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U14	potrafi zastosować specjalistyczne elementy; układy; narzędzia; metody stosowane w zawodzie elektronika	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Elektronika i telekomunikacja Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2EIT_U15	potrafi zaplanować oraz przeprowadzić pomiary charakterystyk użytkowych, a następnie wyznaczyć parametry charakteryzujące materiały; elementy; układy; systemy elektroniczne; mikrosystemy	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U16	potrafi zaplanować proces testowania złożonego układu elektronicznego; fonicznego	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U17	potrafi projektować elementy i układy elektroniczne; mikrosystemy, uwzględniając zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne, stosując istniejące metody projektowania lub komputerowe narzędzia wspomagania projektowania (CAD)	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U18	potrafi formułować oraz wykorzystując odpowiednie narzędzia analityczne; pomiarowe; symulacyjne; eksperymentalne; testować hipotezy związane z modelowaniem i projektowaniem elementów, układów i systemów (elektronicznych; fonicznych; mikrosystemów)	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2EIT_U19	potrafi przygotować opracowanie naukowe, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych oraz przedstawia opisy zagadnień szczegółowych z zakresu nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)				
K2EIT_K1	kieruje; współuczestniczy w pracy zespołu, biorąc odpowiedzialność za realizowane prace laboratoryjne; projektowe	P7U_K		
K2EIT_K2	jest przygotowany do dyskusji i krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji uzyskanych od innych osób	P7U_K	P7S_KK	

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Elektronika i telekomunikacja Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2EIT_K3	uznaje znaczenie i przydatność wiedzy teoretycznej i praktycznej w rozwiązywaniu problemów; realizacji projektów; prowadzeniu badań naukowych w obszarze dyscypliny naukowej Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, a w razie problemów jest gotowy do zasięgnięcia opinii osoby o wyższym poziomie wykształcenia oraz większym doświadczeniu zawodowym	P7U_K	P7S_KK	
K2EIT_K4	inicjuje zmiany we własnym zachowaniu, sposobie postępowania bądź reguł/zasad obowiązujących w miejscu pracy w wyniku przeprowadzonej krytycznej oceny siebie/zespołu oraz inspiruje inne osoby do podobnej postawy	P7U_K	P7S_KO	
K2EIT_K5	wykonując swoją pracę myśli i działa w sposób przedsiębiorczy, mając na względzie interes pracodawcy/firmy/społeczny	P7U_K	P7S_KO	
K2EIT_K6	wykazuje się odpowiedzialną postawą społeczną, gotowością do rzetelnej i profesjonalnej postawy w miejscu pracy związanym z szeroko pojętą branżą elektroniczną, w tym: <ul style="list-style-type: none"> • rozwija bazę wiedzy i dzieli się własną wiedzą ze współpracownikami oraz innymi specjalistami, • zachowuje zasady dobrej współpracy, • dba o dobre imię zawodu elektronika. 	P7U_K	P7S_KR	
K2EIT_K7	jest przygotowany do wdrażania i rozwijania norm etycznych, zasad BHP oraz wzorców właściwego postępowania w miejscu pracy i życiu społecznym	P7U_K	P7S_KR	

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek studiów: Elektronika i telekomunikacja	Profil: ogólnoakademicki
Poziom studiów: studia II stopnia	Forma studiów: stacjonarna

1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów: 3</i>	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 90</i>
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1080</i>	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia) Procedura, tryb i wymagania rekrutacyjne są corocznie określone przez Senat PWr. Informacje dotyczące rekrutacji na studia znajdują się na stronie internetowej Działu Rekrutacji PWr. Dodatkowym wymogiem rekrutacji na studia II stopnia jest ukończenie przez kandydata kierunku studiów z listy kierunków pokrewnych. Lista ta jest publikowana na stronie internetowej Działu Rekrutacji PWr.</i>
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów: magister inżynier</i>	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia Absolwent potrafi z wykorzystaniem nowoczesnych technologii projektować i stosować elektroniczne układy scalone – analogowe i cyfrowe, lasery, światłowody i ogniwa fotowoltaiczne. Umie projektować i eksploatować sieci telekomunikacyjne i teleinformatyczne, wytwarzać i stosować mikro- i nanosystemy, tj. czujniki i mikroczujniki oraz mikroroboty wykorzystywane w medycynie, przemyśle farmaceutycznym, motoryzacyjnym, lotnictwie oraz ochronie środowiska i ochronie obiektów. Absolwent ma pogłębioną wiedzę umożliwiającą szybkie przystosowanie się do dynamicznie zmieniającej się rzeczywistości informatycznej oraz w zakresie nowych materiałów i nowych technologii. Oferowane w ramach kierunku Elektronika i telekomunikacja, specjalności (EMS, EOT) dają możliwość uniwersalnego przygotowania</i>

	<p><i>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 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.</i></p>
<p><i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów Możliwość ubiegania się o przyjęcie do szkoły doktorskiej, studia podyplomowe</i></p>	<p><i>1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju Zgodnie z misją Uczelni oraz Strategią Rozwoju Politechniki Wrocławskiej Politechnika Wroclawska jest uniwersytetem technicznym, który jako autonomiczna uczelnia techniczna, uniwersytecka instytucja badawcza, za swoje posłannictwo uznaje kształtowanie twórczych, krytycznych i tolerancyjnych osobowości studentów i doktorantów oraz wytyczanie kierunków rozwoju nauki i techniki. Uczelnia, w służbie społeczeństwu, realizuje swą misję poprzez: inwencje i innowacje, najwyższe standardy w badaniach naukowych, przekazywanie wiedzy, wysoką jakość kształcenia oraz swobodę krytyki z poszanowaniem prawdy. Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów (WEFiM) jest jedną z jej jednostek, istotnych w realizacji i łączeniu wysokich kompetencji teoretycznych, badawczych i eksperckich z kompetencjami dydaktycznymi i wychowawczymi. Przyjęta na Wydziale koncepcja kształcenia/model kształcenia, wypełnia zapisy dokumentów uczelnianych oraz Strategii Rozwoju Wydziału wyrażonej przez Plan Rozwoju Wydziału Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów oraz przez Cele Strategiczne WEFiM wraz z miernikami stanu ich realizacji. Koncepcja kształcenia na Wydziale uwzględnia określoną przez MNiSW perspektywę rozwoju szkolnictwa wyższego w latach 2015-2030.</i></p>

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 13, U (umiejętności) = 19, K (kompetencje) = 7, W + U + K = 39

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

- 2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:
nie dotyczy
- 2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów - DN (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2):
specjalność: Mikrosystemy – 72 punkty ECTS; Optoelektronika i technika światłowodowa – 71 punktów ECTS
- 2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)
nie dotyczy
- 2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy
Kształcąc na studiach o profilu ogólnoakademickim swoją ofertę Wydział kieruje do absolwentów studiów I i II stopnia oraz innych grup zainteresowanych rozwojem i podwyższaniem kwalifikacji, zdobytych poza edukacją formalną. Docelowo studia o tym profilu winny przygotowywać profesjonalną kadrę dla gospodarki i nauki, w tym liderów projektów, grup badawczych i zespołów technicznych. Kształcenie na kierunku Elektronika i telekomunikacja (EiT) jest współbieżne z ramami strategicznymi na rzecz inteligentnych specjalizacji Dolnego Śląska w obszarze elektroniki i obszarów pokrewnych oraz inteligentnych krajowych specjalizacji (KIS 8, 9, 11 i 13). Zasoby wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych studentów/absolwentów kierunku EiT są wynikiem przypisania efektów uczenia się na określonym stopniu studiów odnoszących się do realizowanych kursów. Efekty uczenia się, określone dla kursów kierunkowych oraz w zakresie danej specjalności, odniesione są do efektów uczenia się dla obszaru nauk inżynieryjno-technicznych. Winny one zapewnić studentom/absolwentom posiadanie pogłębionej, uporządkowanej i podbudowanej teoretycznie wiedzy, stanowiącej zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, zawierającej główne trendy rozwojowe dyscypliny oraz wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej, dotyczącej m. in. wybranych faktów, obiektów i zjawisk oraz związanych z nimi metod i teorii, wyjaśniających złożone zależności między nimi. Przyjęte rozwiązanie dotyczące wzrostu kompetencji przy przejściu na wyższy poziom kwalifikacji, z jednoczesnym zapewnieniem „otwartości” studiów II stopnia, daje możliwość przyswajania bardziej zaawansowanej wiedzy i umiejętności (przy określonych kompetencjach społecznych) w węższym zakresie tematycznym. Potencjalni, przyszli pracodawcy w regionie są informowani o poziomie wiedzy, umiejętnościach i kompetencjach społecznych osiąganych przez studentów/absolwentów poprzez przedstawicieli przemysłu, wchodzących w skład Konwentu Wydziału i mających wpływ na zakres określanych efektów uczenia się. Zdobyta wiedza 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, osiągnane podczas procesu kształcenia, zapewnią, zgodnie z oczekiwaniami przyszłych pracodawców posiadanie przez absolwenta wiedzy o trendach rozwojowych oraz nowych, wdrożonych w ostatnim czasie osiągnięciach nie tylko w obszarze elektroniki i telekomunikacji, optoelektroniki, fotoniki, informatyki, ale też w dziedzinach takich jak m. in. medycyna czy ochrona środowiska.

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

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

- 2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU¹, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)
specjalność: Mikrosystemy – 59,4 ECTS; Optoelektronika i technika światłowodowa – 59,8 ECTS**

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

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

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

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	14
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	EMS – 45; EOT – 48
Łączna liczba punktów ECTS	EMS – 59; EOT – 62

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

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

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

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

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

Studenci mają możliwość korzystania z dodatkowych, nieobowiązkowych form kształcenia, które sprzyjają osiągnięciu efektów uczenia się poprzez uczestnictwo w konsultacjach merytorycznych, konsultacjach laboratoryjnych, kursach wyrównawczych oraz dodatkowych zajęciach współorganizowanych przez Wydział z branżowymi firmami zewnętrznymi (np. w ramach programu LabVIEW Academy bądź IQRF Smart School).

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

4. Lista bloków zajęć:

4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

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

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W08W12-SM0001S	Komunikacja społeczna					1	K2EIT_U10 K2EIT_K4	15	60	2	0	1	T/Z	Z	O		P	KO
		Razem	0	0	0	0	1		15	60	2	0	1						

Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
0	0	0	0	1	15	60	2	0	1

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

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

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.1.2.1 Blok *Matematyka*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W13EIT-SM1437W	Matematyka	2					K2EIT_W1	30	60	2	0	1,2	T/Z	E	O			PD
2.	W13EIT-SM1437C	Matematyka		2				K2EIT_U1	30	60	2	0	1,4	T	Z	O		P	PD
Razem			2	2	0	0	0		60	120	4	0	2,6						

4.1.2.2 Blok *Fizyka*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0006W	Elektronika ciała stałego	2					K2EIT_W2	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		PD
Razem			2	0	0	0	0		30	60	2	2	1,2						

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
4	2	0	0	0	90	180	6	2	3,8

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.3 Lista bloków kierunkowych

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0001W	Czujniki i akuatory	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		K
2.	W12EIT-SM0002W	Nanotechnologia	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
3.	W12EIT-SM0002S	Nanotechnologia					2	K2EIT_U6 K2EIT_U7 K2EIT_U10	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	K
4.	W12EIT-SM0003W	Metody optymalizacji	1					K2EIT_W5	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				K
5.	W12EIT-SM0003C	Metody optymalizacji		1				K2EIT_U5 K2EIT_U18	15	60	2	0	1,4	T	Z			P	K
6.	W12EIT-SM0004W	Metody numeryczne	1					K2EIT_W4	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
7.	W12EIT-SM0004C	Metody numeryczne			1			K2EIT_U3 K2EIT_U14 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
8.	W12EIT-SM0005W	Metody statystyczne w EMF	1					K2EIT_W3	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
9.	W12EIT-SM0005C	Metody statystyczne w EMF		1				K2EIT_U2 K2EIT_U18 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
10.	W12EIT-SM0007W	Diagnostyka i niezawodność	1					K2EIT_W6	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
11.	W12EIT-SM0007P	Diagnostyka i niezawodność				1		K2EIT_U4 K2EIT_U8 K2EIT_U16 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
Razem			6	2	1	1	2		180	510	17	14	11,2						

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem (dla bloków kierunkowych):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
6	2	1	1	2	180	510	17	14	11,2

4.2 Lista bloków wybieralnych

4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.2.1.2 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 3 pkt ECTS):*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
	IMM-SM00302BK	Zarządzanie	2						30	90	3	0	1,8						
1.	W12IMM-SM0026W	Zarządzanie małą firmą	2					K2EIT_W13 K2EIT_K5	30	90	3	0	1,8	T/Z	Z				KO
2.	W12IMM-SM0027W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2					K2EIT_W13 K2EIT_K5	30	90	3	0	1,8	T/Z	Z				KO
		Razem	2	0	0	0	0		30	90	3	0	1,8						

4.2.1.2 Blok *Języki obce (min. 3 pkt ECTS):*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.		Język obcy I		1				K2EIT_U11	15	30	1	0	0,5	T	Z	O		P	KO
2.		Język obcy II		3				K2EIT_U11	45	60	2	0	1,5	T	Z	O		P	KO
		Razem	0	4	0	0	0		60	90	3	0	2						

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
2	4	0	0	0	90	180	6	0	3,8

4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

4.2.2.1 Blok Przedmioty specjalnościowe (specjalność Mikrosystemy) (min. 59 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0200W	Autonomiczne systemy zasilające	2					K2EIT_W9 K2EIT_W10	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		S
2.	W12EIT-SM0201W	Techniki próżniowe i plazmowe	2					K2EIT_W2 K2EIT_W7	30	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
3.	W12EIT-SM0202W	Modelowanie mikrosystemów	1					K2EIT_W4 K2EIT_W9	15	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
4.	W12EIT-SM0202L	Modelowanie mikrosystemów			2			K2EIT_U3 K2EIT_U17	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
5.	W12EIT-SM0203W	Programowalne układy logiczne	1					K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
6.	W12EIT-SM0203P	Programowalne układy logiczne				1		K2EIT_U8 K2EIT_U14	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
7.	W12EIT-SM0204W	Mikrosystemy ceramiczne	2					K2EIT_W2 K2EIT_W7	30	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S
8.	W12EIT-SM0204P	Mikrosystemy ceramiczne				1		K2EIT_U8 K2EIT_U13 K2EIT_K1	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
9.	W12EIT-SM0205W	Mikrosystemy analityczne	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
10.	W12EIT-SM0205L	Mikrosystemy analityczne			1			K2EIT_U9 K2EIT_U15 K2EIT_K1 K2EIT_K6 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
11.	W12EIT-SM0206W	Metody diagnostyczne	3					K2EIT_W6 K2EIT_W8	45	90	3	3	1,8	T/Z	Z		DN		S
12.	W12EIT-SM0206C	Metody diagnostyczne		2				K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K3	30	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
13.	W12EIT-SM0207W	Sensory	3					K2EIT_W2 K2EIT_W9	45	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S
14.	W12EIT-SM0207L	Sensory			2			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K1 K2EIT_K6 K2EIT_K7	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
15.	W12EIT-SM0208W	Systemy operacyjne	1					K2EIT_W10	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				S
16.	W12EIT-SM0208L	Systemy operacyjne			1			K2EIT_U14	15	60	2	0	1,4	T	Z			P	S
17.	W12EIT-SM0209W	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych	1					K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
18.	W12EIT-SM0209P	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych				2		K2EIT_U8 K2EIT_U13 K2EIT_U17	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
19.	W12EIT-SM0210S	Postępy elektroniki i mikrosystemów					2	K2EIT_W2 K2EIT_W11 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_K2	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
20.	W12EIT-SM0211W	Elektronika polimerowa i molekularna	2					K2EIT_W2 K2EIT_W11	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		S
21.	W12EIT-SM0212S	Seminarium dyplomowe					2	K2EIT_W12 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_U12 K2EIT_K2 K2EIT_K4	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN	P	S

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
22.	W12EIT-SM0213D	Praca dyplomowa magisterska					12		180	600	20	20	14	T	Z		DN	P	S
Razem			19	2	6	16	4		705	1770	59	56	39,6						

4.2.2.1 Blok *Przedmioty specjalnościowe (specjalność Optoelektronika i technika światłowodowa)* (min. 59 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0100W	Elementy i układy optoelektroniczne I	2					K2EIT_W2 K2EIT_W9	30	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
2.	W12EIT-SM0101W	Fotowoltaika	2					K2EIT_W2	30	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S
3.	W12EIT-SM0101L	Fotowoltaika			2			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K6	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
4.	W12EIT-SM0102W	Światłowody	2					K2EIT_W7	30	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S
5.	W12EIT-SM0102L	Światłowody			2			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K6	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
6.	W12EIT-SM0103W	Miernictwo optoelektroniczne	1					K2EIT_W6 K2EIT_W8	15	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
7.	W12EIT-SM0103L	Miernictwo optoelektroniczne			1			K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
8.	W12EIT-SM0104W	Telekomunikacja światłowodowa	1					K2EIT_W7 K2EIT_W10	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				S
9.	W12EIT-SM0104L	Telekomunikacja światłowodowa			1			K2EIT_U9 K2EIT_U14	15	30	1	0	0,7	T	Z			P	S
10.	W12EIT-SM0105W	Technika laserowa	1					K2EIT_W2 K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
11.	W12EIT-SM0105L	Technika laserowa			1			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
12.	W12EIT-SM0106W	MOEMS-y	1					K2EIT_W9 K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
13.	W12EIT-SM0106L	MOEMS-y			1			K2EIT_U9 K2EIT_U13 K2EIT_U15 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
14.	W12EIT-SM0107W	Czujniki światłowodowe	2					K2EIT_W9	30	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
15.	W12EIT-SM0107L	Czujniki światłowodowe			2			K2EIT_U9 K2EIT_U13 K2EIT_K7	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
16.	W12EIT-SM0108L	Elementy i układy optoelektroniczne II			1			K2EIT_U9 K2EIT_U13 K2EIT_U14 K2EIT_K7	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
17.	W12EIT-SM0108P	Elementy i układy optoelektroniczne II				2		K2EIT_U3 K2EIT_U13 K2EIT_K6	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
18.	W12EIT-SM0109W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					K2EIT_W7 K2EIT_K1	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
19.	W12EIT-SM0109P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1		K2EIT_U8 K2EIT_U17 K2EIT_K6 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
20.	W12EIT-SM0110W	Metody symulacji komputerowej w fotonice	1					K2EIT_W4 K2EIT_W7	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
21.	W12EIT-SM0110L	Metody symulacji komputerowej w fotonice			1			K2EIT_U3 K2EIT_K6	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
22.	W12EIT-SM0111W	Sieci światłowodowe	1					K2EIT_W4 K2EIT_W10	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				S
23.	W12EIT-SM0111P	Sieci światłowodowe				1		K2EIT_U3 K2EIT_U8 K2EIT_K1	15	30	1	0	0,7	T	Z			P	S
24.	W12EIT-SM0112S	Postępy elektroniki i fotoniki					2	K2EIT_W2 K2EIT_W11 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_K2	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
25.	W12EIT-SM0113S	Seminarium dyplomowe					2	K2EIT_W12 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_U12 K2EIT_K2 K2EIT_K4	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN	P	S
26.	W12EIT-SM0114D	Praca dyplomowa magisterska					12	K2EIT_W12 K2EIT_U7 K2EIT_U12 K2EIT_U18 K2EIT_U19 K2EIT_K2 K2EIT_K3 K2EIT_K6	180	600	20	20	14	T	Z		DN	P	S
Razem			15	0	12	16	4		705	1770	59	55	40						

Razem dla bloków specjalnościowych (specjalność Mikrosystemy):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
19	2	6	16	4	705	1770	59	56	39,6

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

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

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
15	0	12	16	4	705	1770	59	55	40

4.3 Blok „praca dyplomowa”

Typ pracy dyplomowej		magisterska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej		Liczba punktów ECTS	Kod
1		20	EMS: W12EIT-SM0213D EOT: W12EIT-SM0114D
Charakter pracy dyplomowej			
Praca dyplomowa magisterska ma charakter użyteczny. Jej przedmiotem jest w szczególności rozwiązanie zadania o charakterze:			
<ul style="list-style-type: none"> - analitycznym (Analiza np. numeryczna, właściwości) - technologicznym (Technologia epitaksjalnego wzrostu) - projektowym (Projekt czujnika) - konstrukcyjnym (Stanowisko do wygrzewania metodą RTA) - użytkowym (Ocena użyteczności) - aplikacyjnym (Zastosowanie heterostruktury w konstrukcji) - badawczym (Badanie charakteryzacja) - przeglądowym (Stan wiedzy dot. mechanizmów wzrostu) 			
Liczba punktów ECTS BU¹		14	
Liczba punktów ECTS DN⁵		20	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

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

6. Zakres egzaminu dyplomowego

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

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

Brak wymagań

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

8. Plan studiów (specjalność EMS załącznik nr 4a; specjalność EOT załącznik nr 4b)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....
Data

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

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

*niepotrzebne skreślić

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ: Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

KIERUNEK STUDIÓW: Elektronika i telekomunikacja

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Mikrosystemy

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: język polski

OBOWIAZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023

*niepotrzebne skreślić

Struktura planu studiów (opcjonalnie)

1) w układzie punktowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

2) w układzie godzinowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

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

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 20

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W13EIT-SM1437W	Matematyka	2					K2EIT_W1	30	60	2	0	1,2	T/Z	E	O			PD
2.	W13EIT-SM1437C	Matematyka		2				K2EIT_U1	30	60	2	0	1,4	T	Z	O		P	PD
3.	W12EIT-SM0001W	Czujniki i akulatory	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		K
4.	W12EIT-SM0002W	Nanotechnologia	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
5.	W12EIT-SM0002S	Nanotechnologia					2	K2EIT_U6 K2EIT_U7 K2EIT_U10	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	K
6.	W12EIT-SM0003W	Metody optymalizacji	1					K2EIT_W5	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				K
7.	W12EIT-SM0003C	Metody optymalizacji		1				K2EIT_U5 K2EIT_U18	15	60	2	0	1,4	T	Z			P	K
8.	W12EIT-SM0004W	Metody numeryczne	1					K2EIT_W4	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
9.	W12EIT-SM0004C	Metody numeryczne			1			K2EIT_U3 K2EIT_U14 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
10.	W12EIT-SM0005W	Metody statystyczne w EMF	1					K2EIT_W3	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
11.	W12EIT-SM0005C	Metody statystyczne w EMF		1				K2EIT_U2 K2EIT_U18 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
12.	W12EIT-SM0006W	Elektronika ciała stałego	2					K2EIT_W2	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		PD
Razem			9	4	1	0	2		240	600	20	13	13						

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnuczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów wybieralne (specjalność Mikrosystemy) (minimum 150 godzin w semestrze, 10 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0200W	Autonomiczne systemy zasilające	2					K2EIT_W9 K2EIT_W10	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		S
2.	W12EIT-SM0201W	Techniki próżniowe i plazmowe	2					K2EIT_W2 K2EIT_W7	30	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
3.	W12EIT-SM0202W	Modelowanie mikrosystemów	1					K2EIT_W4 K2EIT_W9	15	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
4.	W12EIT-SM0202L	Modelowanie mikrosystemów			2			K2EIT_U3 K2EIT_U17	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
5.	W12EIT-SM0203W	Programowalne układy logiczne	1					K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
6.	W12EIT-SM0203P	Programowalne układy logiczne				1		K2EIT_U8 K2EIT_U14	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
7.	Język obcy I			1				K2EIT_U11	15	30	1	0	0,5	T	Z	O		P	KO
Razem			6	1	2	1	0		150	300	10	9	6,3						

Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
15	5	3	1	2	390	900	30	22	19,3

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Semestr 2

Kursy/grupy kursów obowiązkowe

liczba punktów ECTS 5

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W08W12-SM0001S	Komunikacja społeczna					1	K2EIT_U10 K2EIT_K4	15	60	2	0	1	T/Z	Z	O		P	KO
2.	W12EIT-SM0007W	Diagnostyka i niezawodność	1					K2EIT_W6	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
3.	W12EIT-SM0007P	Diagnostyka i niezawodność				1		K2EIT_U4 K2EIT_U8 K2EIT_U16 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
Razem			1	0	0	1	1		45	150	5	3	3						

Kursy/grupy kursów wybieralne (specjalność Mikrosystemy) (minimum 345 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0204W	Mikrosystemy ceramiczne	2					K2EIT_W2 K2EIT_W7	30	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S
2.	W12EIT-SM0204P	Mikrosystemy ceramiczne				1		K2EIT_U8 K2EIT_U13 K2EIT_K1	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
3.	W12EIT-SM0205W	Mikrosystemy analityczne	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
4.	W12EIT-SM0205L	Mikrosystemy analityczne			1			K2EIT_U9 K2EIT_U15 K2EIT_K1 K2EIT_K6 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
5.	W12EIT-SM0206W	Metody diagnostyczne	3					K2EIT_W6 K2EIT_W8	45	90	3	3	1,8	T/Z	Z		DN		S
6.	W12EIT-SM0206C	Metody diagnostyczne		2				K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K3	30	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
7.	W12EIT-SM0207W	Sensory	3					K2EIT_W2 K2EIT_W9	45	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
8.	W12EIT-SM0207L	Sensory			2			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K1 K2EIT_K6 K2EIT_K7	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
9.	W12EIT-SM0208W	Systemy operacyjne	1					K2EIT_W10	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				S
10.	W12EIT-SM0208L	Systemy operacyjne			1			K2EIT_U14	15	60	2	0	1,4	T	Z			P	S
11.	W12EIT-SM0209W	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych	1					K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
12.	W12EIT-SM0209P	Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych				2		K2EIT_U8 K2EIT_U13 K2EIT_U17	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
13.		Język obcy II		3				K2EIT_U11	45	60	2	0	1,5	T	Z	O		P	KO
		Razem	11	5	4	3	0		345	750	25	20	16,6						

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
12	5	4	4	1	390	900	30	23	19,6

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Semestr 3

Kursy/grupy kursów wybieralne (specjalność Mikrosystemy) (minimum 300 godzin w semestrze, 30 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0210S	Postępy elektroniki i mikrosystemów					2	K2EIT_W2 K2EIT_W11 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_K2	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
2.	W12EIT-SM0211W	Elektronika polimerowa i molekularna	2					K2EIT_W2 K2EIT_W11	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		S
3.	W12EIT-SM0212S	Seminarium dyplomowe					2	K2EIT_W12 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_U12 K2EIT_K2 K2EIT_K4	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN	P	S
4.	W12EIT-SM0213D	Praca dyplomowa magisterska					12	K2EIT_W12 K2EIT_U7 K2EIT_U12 K2EIT_U18 K2EIT_U19 K2EIT_K2 K2EIT_K3 K2EIT_K6	180	600	20	20	14	T	Z		DN	P	S
	IMM-SM00302BK	Zarządzanie	2						30	90	3	0	1,8						
5.	W12IMM-SM0026W	Zarządzanie małą firmą	2					K2EIT_W13 K2EIT_K5	30	90	3	0	1,8	T/Z	Z				KO
6.	W12IMM-SM0027W	Zarządzanie przedsięwzięciem	2					K2EIT_W13 K2EIT_K5	30	90	3	0	1,8	T/Z	Z				KO
Razem			4	0	0	12	4		300	900	30	27	20,5						

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
4	0	0	12	4	300	900	30	27	20,5

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
W13EIT-SM1437W W12EIT-SM0201W W12EIT-SM0202W	1. Matematyka 2. Techniki próżniowe i plazmowe 3. Modelowanie mikrosystemów	1
W12EIT-SM0204W W12EIT-SM0207W	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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....
Data

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

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷ KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ: Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

KIERUNEK STUDIÓW: Elektronika i telekomunikacja

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Optoelektronika i technika światłowodowa

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: język polski

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023

*niepotrzebne skreślić

Struktura planu studiów (opcjonalnie)

1) w układzie punktowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

2) w układzie godzinowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

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

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 20

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W13EIT-SM1437W	Matematyka	2					K2EIT_W1	30	60	2	0	1,2	T/Z	E	O			PD
2.	W13EIT-SM1437C	Matematyka		2				K2EIT_U1	30	60	2	0	1,4	T	Z	O		P	PD
3.	W12EIT-SM0001W	Czujniki i akulatory	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		K
4.	W12EIT-SM0002W	Nanotechnologia	1					K2EIT_W2 K2EIT_W7	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
5.	W12EIT-SM0002S	Nanotechnologia					2	K2EIT_U6 K2EIT_U7 K2EIT_U10	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	K
6.	W12EIT-SM0003W	Metody optymalizacji	1					K2EIT_W5	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				K
7.	W12EIT-SM0003C	Metody optymalizacji		1				K2EIT_U5 K2EIT_U18	15	60	2	0	1,4	T	Z			P	K
8.	W12EIT-SM0004W	Metody numeryczne	1					K2EIT_W4	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
9.	W12EIT-SM0004C	Metody numeryczne			1			K2EIT_U3 K2EIT_U14 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
10.	W12EIT-SM0005W	Metody statystyczne w EMF	1					K2EIT_W3	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
11.	W12EIT-SM0005C	Metody statystyczne w EMF		1				K2EIT_U2 K2EIT_U18 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
12.	W12EIT-SM0006W	Elektronika ciała stałego	2					K2EIT_W2	30	60	2	2	1,2	T/Z	Z		DN		PD
Razem			9	4	1	0	2		240	600	20	13	13						

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów wybieralne (specjalność Optoelektronika i technika światłowodowa) (minimum 165 godzin w semestrze, 10 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0100W	Elementy i układy optoelektroniczne I	2					K2EIT_W2 K2EIT_W9	30	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
2.	W12EIT-SM0101W	Fotowoltaika	2					K2EIT_W2	30	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S
3.	W12EIT-SM0101L	Fotowoltaika			2			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K6	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
4.	W12EIT-SM0102W	Światłowody	2					K2EIT_W7	30	60	2	2	1,2	T/Z	E		DN		S
5.	W12EIT-SM0102L	Światłowody			2			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K6	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
6.		Język obcy I		1				K2EIT_U11	15	30	1	0	0,5	T	Z	O		P	KO
Razem			6	1	4	0	0		165	300	10	9	6,3						

Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
15	5	5	0	2	405	900	30	22	19,3

Semestr 2

Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 5

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W08W12-SM0001S	Komunikacja społeczna					1	K2EIT_U10 K2EIT_K4	15	60	2	0	1	T/Z	Z	O		P	KO

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
2.	W12EIT-SM0007W	Diagnostyka i niezawodność	1					K2EIT_W6	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		K
3.	W12EIT-SM0007P	Diagnostyka i niezawodność				1		K2EIT_U4 K2EIT_U8 K2EIT_U16 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
Razem			1	0	0	1	1		45	150	5	3	3						

Kursy/grupy kursów wybieralne (specjalność Optoelektronika i technika światłowodowa) (minimum 330 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT-SM0103W	Miernictwo optoelektroniczne	1					K2EIT_W6 K2EIT_W8	15	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
2.	W12EIT-SM0103L	Miernictwo optoelektroniczne			1			K2EIT_U14 K2EIT_U15 K2EIT_K3	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
3.	W12EIT-SM0104W	Telekomunikacja światłowodowa	1					K2EIT_W7 K2EIT_W10	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				S
4.	W12EIT-SM0104L	Telekomunikacja światłowodowa			1			K2EIT_U9 K2EIT_U14	15	30	1	0	0,7	T	Z			P	S
5.	W12EIT-SM0105W	Technika laserowa	1					K2EIT_W2 K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
6.	W12EIT-SM0105L	Technika laserowa			1			K2EIT_U9 K2EIT_U14 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
7.	W12EIT-SM0106W	MOEMS-y	1					K2EIT_W9 K2EIT_W10	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
8.	W12EIT-SM0106L	MOEMS-y			1			K2EIT_U9 K2EIT_U13 K2EIT_U15 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
9.	W12EIT-SM0107W	Czujniki światłowodowe	2					K2EIT_W9	30	30	1	1	0,6	T/Z	E		DN		S
10.	W12EIT-SM0107L	Czujniki światłowodowe			2			K2EIT_U9 K2EIT_U13 K2EIT_K7	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
11.	W12EIT-SM0108L	Elementy i układy optoelektroniczne II			1			K2EIT_U9 K2EIT_U13 K2EIT_U14 K2EIT_K7	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN		S
12.	W12EIT-SM0108P	Elementy i układy optoelektroniczne II				2		K2EIT_U3 K2EIT_U13 K2EIT_K6	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
13.	W12EIT-SM0109W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					K2EIT_W7 K2EIT_K1	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
14.	W12EIT-SM0109P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1		K2EIT_U8 K2EIT_U17 K2EIT_K6 K2EIT_K7	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
15.	W12EIT-SM0110W	Metody symulacji komputerowej w fotonice	1					K2EIT_W4 K2EIT_W7	15	30	1	1	0,6	T/Z	Z		DN		S
16.	W12EIT-SM0110L	Metody symulacji komputerowej w fotonice			1			K2EIT_U3 K2EIT_K6	15	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
17.		Język obcy II		3				K2EIT_U11	45	60	2	0	1,5	T	Z	O		P	KO
Razem			8	3	8	3	0		330	750	25	21	16,9						

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
9	3	8	4	1	375	900	30	24	19,9

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Semestr 3

Kursy/grupy kursów wybieralne (specjalność Optoelektronika i technika światłowodowa) (minimum 300 godzin w semestrze, 30 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W12EIT- SM0111W	Sieci światłowodowe	1					K2EIT_W4 K2EIT_W10	15	30	1	0	0,6	T/Z	Z				S
2.	W12EIT- SM0111P	Sieci światłowodowe				1		K2EIT_U3 K2EIT_U8 K2EIT_K1	15	30	1	0	0,7	T	Z			P	S
3.	W12EIT- SM0112S	Postępy elektroniki i fotoniki					2	K2EIT_W2 K2EIT_W11 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_K2	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
4.	W12EIT- SM0113S	Seminarium dyplomowe					2	K2EIT_W12 K2EIT_U7 K2EIT_U10 K2EIT_U12 K2EIT_K2 K2EIT_K4	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN	P	S
5.	W12EIT- SM0114D	Praca dyplomowa magisterska					12	K2EIT_W12 K2EIT_U7 K2EIT_U12 K2EIT_U18 K2EIT_U19 K2EIT_K2 K2EIT_K3 K2EIT_K6	180	600	20	20	14	T	Z		DN	P	S
	IMM- SM00302BK	Zarządzanie	2						30	90	3	0	1,8						
6.	W12IMM- SM0026W	Zarządzanie małą firmą	2					K2EIT_W13 K2EIT_K5	30	90	3	0	1,8	T/Z	Z				KO
7.	W12IMM- SM0027W	Zarządzanie przedsięwzięciem	2					K2EIT_W13 K2EIT_K5	30	90	3	0	1,8	T/Z	Z				KO
		Razem	3	0	0	13	4		300	900	30	25	20,6						

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
3	0	0	13	4	300	900	30	25	20,6

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
W13EIT-SM1437W W12EIT-SM0101W W12EIT-SM0102W	1. Matematyka 2. Fotowoltaika 3. Światłowody	1
W12EIT-SM0103W W12EIT-SM0107W	1. Miernictwo optoelektroniczne 2. Czujniki światłowodowe	2

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	12
2	6

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....
Data

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

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

⁷ KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Czujniki i akulatory
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sensors and Actuators
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): n/d
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0001
Grupa kursów: NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Uporządkowanie wiedzy na temat mikromechanicznych czujników i aktuatorów
 C2 Zapoznanie z podstawowymi właściwościami mikromechanicznych czujników
 C3 Zapoznanie z metodami i algorytmami analogowego i cyfrowego kondycjonowania sygnałów z czujników mikromechanicznych
 C4 Współudział studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu czujników mikromechanicznych i aktuatorów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia z zakresu techniki sensorowej w obszarze studiowanego kierunku studiów w tym niezbędne do zrozumienia fizycznych i mechanicznych zasad działania sensorów z uwzględnieniem zależności między ich parametrami użytkowymi a budową; ponadto w zakresie podziału i technologii wykonywania sensorów
 PEU_W02

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Przegląd wybranych metod aktuacji i detekcji wykorzystywanych w MEMS	2
Wy2	Wstęp do mechaniki mikrostruktur, ugięcie i naprężenie w różnych strukturach mikromechanicznych	2
Wy3	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: zasada działania, konstrukcja	3

Wy4	Piezorezystancyjny czujnik ciśnienia: parametry, kondycjonowanie sygnału wyjściowego, przykłady	2
Wy5	Czujniki przyspieszenia i żyroskopy: zasada działania, konstrukcja, parametry i przykłady	2
Wy6	Mikromaszyny jako mikrosystemy łączące czujniki i aktuatory	2
Wy7	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacjami i dyskusją
N2. Praca własna - przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

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

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

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

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Nanotechnologia
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Nanotechnology
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): n/d
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0002
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				60
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6				1,4

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw fizyki i chemii
2. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia z zakresu nauk i dziedzin (fizyka, chemia, biologia, informatyka, inżynieria materiałowa) niezbędne do zrozumienia istoty zjawisk/właściwości będących wynikiem zmniejszenia wymiarów a wykorzystywanych w nanotechnologii

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi ocenić i wykorzystać zjawiska zachodzące w ciele stałym w zastosowaniach elektroniki kwantowej

PEU_U02 potrafi wyszukiwać informacji w publikacjach naukowych z zakresu nanotechnologii

PEU_U03	potrafi zaprezentować zagadnienie problemowe z zakresu nanotechnologii i brać udział w debacie na temat wygłoszonego referatu
---------	---

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

Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Ćwiczenie wprowadzające – wybór tematów do omówienia na zajęciach.	2
Se2	Studenckie krótkie prezentacje rozwijające zagadnienia omawiane w ramach wykładu a także dodatkowe zagadnienia zaproponowane przez prowadzącego lub studentów, nawiązujące tematycznie przede wszystkim do nanotechnologii półprzewodnikowej i elementów opto- i elektronicznych, otwarta dyskusja na każdy przedstawiony temat w celu dokładniejszego wyjaśnienia i zrozumienia prezentowanych zagadnień; sprawdziany.	26
Se3	Wizyta w laboratorium badań spektroskopowych – zależna od przebiegu zajęć w semestrze.	2
Suma godzin		30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	prezentacja, kartkówki, udział w dyskusji
P(Se) – średnia ważona ocen cząstkowych F1(Se); wagi ustala prowadzący		

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 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}_1-x\text{Nx}/\text{GaAs}$ przeznaczonych do konstrukcji przyrządów optoelektronicznych, rozprawa doktorska, P.Wr. 2006

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody optymalizacji
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optimization methods
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): n/d
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0003
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6	1,4			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość matematyki z zakresu analizy matematycznej i algebry liniowej

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje różne metody rozwiązywania problemów optymalizacyjnych, zarówno liniowych jak i nieliniowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 rozwiązuje problemy z zakresu optymalizacji przy wykorzystaniu różnych metod

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do metod optymalizacji	1
Wy2	Metoda graficzna rozwiązywania problemów programowania liniowego	2
Wy3	Metoda simplex rozwiązywania problemów programowania liniowego, tabele simplexowe, problemy dualne	4
Wy4	Metody analityczne szukania minimum funkcji bez ograniczeń i z ograniczeniami	2
Wy5	Metody iteracyjne szukania minimum funkcji	2

Wy6	Metody stochastyczne	2
Wy7	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

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

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Ćw)	PEU_U01	rozwiązywanie zadań, kartkówki, kolokwium
P(Ćw) – średnia ważona ocen cząstkowych F1(Ćw); wagi ustala prowadzący		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1]	Dariusz Horla, Metody obliczeniowe optymalizacji w zadaniach, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej,
[2]	Krzysztof Amborski, Podstawy metod optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
[3]	Władysław Findeisen, Jacek Szymanowski, Andrzej Wierzbicki, Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1]	Joanna Józefowska, Modele i narzędzia optymalizacji w systemach informatycznych zarządzania
[2]	Paweł Wojda, Wykłady z programowania liniowego
[3]	Ewa Niewiadomska-Szynkiewicz, Metody optymalizacji nieliniowej
[4]	Anna Tomkowska, Badania Optymalizacyjne – Programowanie Liniowe

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Tomasz Grzebyk, prof. uczelni, e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Metody numeryczne**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0004W**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia teoretyczne w zakresie metod numerycznych stosowanych w inżynierii, obejmujące analizę błędów, metody różniczkowania i całkowania numerycznego, rozwiązywania układów równań liniowych i nieliniowych, metody interpolacji i aproksymacji, algorytmy optymalizacji jedno- i wielokryterialnej oraz metody planowania eksperymentów

PEU_W02 opisuje metody oraz narzędzia numeryczne służące do rozwiązywania zadań inżynierskich

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobrać i zastosować w sposób praktyczny odpowiednie narzędzia, programy, metody i algorytmy numeryczne do rozwiązywania typowych zagadnień z dziedziny projektowania

PEU_U02	numerycznego w inżynierii. Ponadto, potrafi zinterpretować otrzymane wyniki oraz posłużyć się odpowiednimi metodami do weryfikacji wyników pomiarowych potrafi planować eksperymenty i symulacje komputerowe oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie techniczne i pozatechniczne aspekty współczesnej działalności inżynierskiej

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

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

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

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

LITERATURA UZUPELNIAJACA:

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

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Metody statystyczne w EMF**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Statistics for EPM**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0005**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6	1,4			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa i analizy matematycznej

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia z zakresu zbierania oraz prezentacji danych statystycznych

PEU_W02 opisuje metody analizy danych statystycznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi samodzielnie dobrać i zastosować odpowiednie narzędzia do rozwiązywania wybranych problemów z zakresu statystycznej analizy danych

PEU_U02 potrafi formułować wnioski na podstawie wykonanych analiz

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 dostrzega i rozumie aspekty związane ze zbieraniem, prezentacją danych w różnych dziedzinach praktyki inżynierskiej oraz konieczność stosowania metod statystycznych do ich opisu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, zakres wykładu, warunki zaliczenia. Rola Statystyki w Pracach Inżynierskich	2
Wy2	Wybrane Typy Rozkładów Prawdopodobieństwa	2
Wy3	Estymacja Punktowa i Przedziałowa	2
Wy4	Hipotezy Statystyczne	2
Wy5	Korelacja i Regresja Liniowa. Testy nieparametryczne	2
Wy6	Statystyka Opisowa	2
Wy7	Statystyczne Sterowanie Jakością. Karty kontrolne i analiza zdolności procesu.	2
Wy8	Sprawdzian pisemny	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zajęcia wprowadzające, zakres zajęć, zasady zaliczenia	1
Ćw2	Rozwiązywanie zadań z zakresu wybranych typów rozkładów prawdopodobieństwa	2
Ćw3	Estymacja punktowa i przedziałowa – rozwiązywanie zadań	2
Ćw4	Testowanie hipotez statystycznych	2
Ćw5	Analiza współzależności między zmiennymi. Korelacja i Regresja	2
Ćw6	Analiza zmienności procesu. Testy na zgodność z rozkładem normalnym	2
Ćw7	Karty kontrolne. Analiza zdolności procesu	2
Ćw8	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej i z dyskusją
N2. Konsultacje
N3. Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń
N5. Praca własna – samodzielne rozwiązywanie zadanych problemów podczas ćwiczeń
N6. Ćwiczenia: krótkie, 15-minutowe sprawdziany na początku zajęć

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	sprawdzian pisemny
P(Wy) – ocena ze sprawdzianu pisemnego		
F1(Ćw)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	kartkówki
F2(Ćw)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	oceny za rozwiązywanie zadań
$P(\text{Ćw}) = 0,5 \cdot F1(\text{Ćw}) + 0,5 \cdot F2(\text{Ćw})$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[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
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

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

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Elektronika ciała stałego
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Solid State Electronics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): n/d
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0006
Grupa kursów: NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw matematyki wyższej na poziomie umożliwiającym zrozumienie zagadnień z fizyki i elektroniki kwantowej

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 opisuje stanu elektronu w ciele stałym
- PEU_W02 opisuje zjawiska zachodzące w ciele stałym
- PEU_W03 wyjaśnia zasadę działania różnego rodzaju komputerów kwantowych
- PEU_W04 opisuje zagadnienia z zakresu budowy materii według obowiązujących modeli

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Elektrony wewnątrz kryształu. Strefy Brillouina	2
Wy2	Model Kroniga - Penneya cz. 1	2
Wy3	Model Kroniga - Penneya cz. 2	2
Wy4	Zjawisko fotoelektronowe	2
Wy5	Zjawisko akustyczno-elektronowe	2

Wy6	Zjawisko piezoelektryczne	2
Wy7	Zjawisko nadprzewodnictwa	2
Wy8	Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe	2
Wy9	Spintronika	2
Wy10	Elektronika pojedynczego elektronu	2
Wy11	Komputery kwantowe cz. 1	2
Wy12	Komputery kwantowe cz. 2	2
Wy13	Budowa materii według Modelu Standardowego	2
Wy14	Teoria Higgsa	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i z dyskusją
N2. Praca własna studenta
N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Michał Mazur, prof. uczelni, e-mail: michal.mazur@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Diagnostyka i niezawodność**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Diagnostics and Reliability**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0007**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			1,4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznać studentów z zagadnieniami z zakresu diagnostyki i niezawodności elementów i urządzeń elektronicznych
- C2 Zdobyć umiejętność analizy problemów związanych z uszkodzeniami i niezawodnością elementów i urządzeń elektronicznych
- C3 Rozumieć potrzebę stosowania wiedzy do analizy niezawodności elementów i urządzeń

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia dotyczące teorii niezawodności, testowania i diagnostyki oraz modeli uszkodzeń

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi samodzielnie rozwiązywać problemy dotyczące zagadnień związanych z niezawodnością, diagnostyką uszkodzeń, analizą danych pomiarowych

PEU_U02 potrafi zaplanować testy selekcyjne elementów elektronicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 rozumie potrzebę wykorzystania i wdrażania wiedzy matematycznej do analizy zagadnień technicznych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Niezawodność systemów binarnych	2
Wy2	Struktury systemów- funkcje opisujące niezawodność	2
Wy3	Symulacyjne modele niezawodności	2
Wy4	Testy selekcyjne	2
Wy5	Mechanizmy uszkodzeń elementów elektronicznych	2
Wy6	Modele niezawodności	2
Wy7	Wpływ warunków pracy na niezawodność	2
Wy8	Sprawdzian	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Rozdanie indywidualnych zadań projektowych, omówienie tematyki i zasad wykonania projektów	2
Pr2	Omówienie zagadnień związanych z graficznym przedstawieniem wyników pomiarowych dotyczących niezawodności	2
Pr3	Omówienie zagadnień związanych z zastosowaniem metod numerycznych w zadaniach projektowych	2
Pr4	Omówienie metody Monte Carlo w zastosowaniu do rozwiązań zadań projektowych	2
Pr5	Omówienie zagadnień związanych z prognozowaniem niezawodności urządzeń w zależności od warunków pracy	2
Pr6	Prezentacja przez studentów własnych rozwiązań projektowych, dyskusja	2
Pr7	Prezentacja przez studentów własnych rozwiązań projektowych, dyskusja	2
Pr8	Odbiór projektów od studentów, prezentacja wyników	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny
N2.	Projekt - samodzielne rozwiązywanie zagadnienia projektowego z zakresu niezawodności, omówienie zagadnień związanych z wykonaniem zadania projektowego
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna - przygotowanie do wykładu
N5.	Praca własna - samodzielne studia oraz prace związane z wykonaniem projektu
N6.	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do sprawdzianu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	sprawdzian
P(Wy) – ocena ze sprawdzianu		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	dyskusje, samodzielne rozwiązanie zadania projektowego
P(Pr) – średnia ocen cząstkowych F1(Pr)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[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
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] Grabski, J. Jaźwiński, Metody bayesowskie w niezawodności i diagnostyce, WKŁ, 2001
[2] S. Firkowicz, Statystyczne badanie wyrobów, WNT, 1970

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Elementy i układy optoelektroniczne I**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Optoelectronic elements and circuits I**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0100**Grupa kursów:** NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przypomnienie wiadomości z zakresu zjawisk optycznych w półprzewodnikach, w szczególności związanych z absorpcją i generacją promieniowania elektromagnetycznego
- C2 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
- C3 Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych związanych z naukami technicznymi, w zakresie takich dyscyplin jak elektronika, inżynieria materiałowa, telekomunikacja

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia z zakresu fizyki kwantowej i fizyki ciała stałego, w tym zjawiska fizyczne mające istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów fonicznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Optoelektronika - wykład wprowadzający: definicje, klasyfikacja, zastosowanie	2
Wy2	Podstawy zjawisk optycznych w półprzewodnikach - generacja i absorpcja	2
Wy3	Podstawy konstrukcji struktur optoelektronicznych	4
Wy4	Zaawansowane półprzewodnikowe źródła światła - diody LED	2
Wy5	Podstawy generacji światła laserowego - lasery DBR i DBF, kaskadowy	2

Wy6	Zaawansowane detektory promieniowania MSM, QWIP, MQW	2
Wy7	Ogniwa słoneczne	2
Wy8	Optoelektronika organiczna, podstawy, mechanizm, przyrządy	4
Wy9	Optoelektronika w podczerwieni	2
Wy10	Układy optoelektroniczne w mechatronice	2
Wy11	Układy optoelektroniczne w motoryzacji	2
Wy12	Układy logiki optoelektronicznej	2
Wy13	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2. Konsultacje
N3. Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N4. Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] B. Mrozwicz, 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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Beata Ściana, e-mail: beata.sciana@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Fotowoltaika**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Photovoltaics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0101**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie fotowoltaiki, w tym fizyczne podstawy działania elementów fotowoltaicznych oraz projektowania i oceny jakości systemów fotowoltaicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi wykonać pomiary i ocenić podstawowe parametry elementów fotowoltaicznych, opracować założenia i wykonać projekt systemu fotowoltaicznego, ocenić jakość pracy systemu oraz oszacować poprawnie spodziewany uzysk energetyczny

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do pracy w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role

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

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Pomiar charakterystyk jasnych i ciemnych ogniw i modułów PV. Badanie wpływu oświetlenia i temperatury na charakterystyki sprawności ogniw PV	3
La2	Analiza charakterystyk modułów PV w różnych układach połączeń	3
La3	Badanie rozkładu widmowego promieniowania słonecznego i wpływu warunków pogodowych na sprawność instalacji fotowoltaicznej	3
La4	Defekty ogniw fotowoltaicznych i metody ich diagnostyki	3
La5	Zajęcia odrębne i zaliczenie	3
La6	Zasilanie w układach „zero-energetycznych” - badanie właściwości układów zasilania i magazynowania energii, przeznaczonych do współpracy z miniaturowymi ogniwami fotowoltaicznymi	3
La7	Zasilanie w układach „zero-energetycznych”: kaskada energetyczna – pośrednie wykorzystanie ogniwa fotowoltaicznego w systemie o dużej efektywności energetycznej	3
La8	Mała farma fotowoltaiczna - badanie sprawności małej farmy fotowoltaicznej, w tym połączenia szeregowego i równoległego modułów fotowoltaicznych, badanie wpływu zacielenia modułów	3
La9	Projekt autonomicznego systemu fotowoltaicznego z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	kartkówki, wykonanie ćwiczenia, sprawozdanie
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

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

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Luque, S.Hegedus, Handbook of Photovoltaic Science and Engineering , John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 2003
- [2] J. Poortmans, V. Arkhipov, Thin Film Solar Cells, Fabrication, Characterization and Applications, Wiley Series in Materials for Electronic & Optoelectronic Applications, John Wiley & Sons, 2006
- [3] Lasnier, T.G. Ang, Photovoltaic Engineering Handbook, Adam Hilger, 1990
- [4] M.A. Green, Third Generation Photovoltaics. Advanced Solar Energy Conversion, in: Springer Series in Photonics , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2003
- [5] M.A.Green , SOLAR CELLS - Operating principles, Technology and System Applications, Univ. of New South Wales, Australia, 1992
- [6] P. Wuerfel, Physics of Solar Cells From Principles to New Concepts, Wiley-VCH Verlag GmbH &Co. KGaA, 2005
- [7] S.R. Wenham, M.A. Green, M.E. Watt, R. Corkish, APPLIED PHOTOVOLTAICS, ARC Centre for Advanced Silicon Photovoltaics and Photonics, Earthscan in the UK and USA, 2007
- [8] T. Markvart, Solar Electricity, UNESCO ENERGY ENGINEERING SERIES, John Wiley & Sons, 2000
- [9] Zbiory Polskich Norm, PKN

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

prof. dr hab. inż. Jarosław Domaradzki, e-mail: jaroslaw.domaradzki@pwr.edu.pl
dr hab. inż. Paweł Knapkiewicz, prof. uczelni, e-mail: pawel.knapkiewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Światłowody**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Optical Fibers**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0102**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu optyki światłowodowej
- C2 Zdobyć wiedzę i umiejętności pozwalających na poprawny dobór elementów światłowodowych niezbędnych do budowy systemów światłowodowych
- C3 Zdobyć wiedzę i umiejętności niezbędnych do pomiaru elementów światłowodowych
- C4 Zdobyć wiedzę na temat najważniejszych przyrządów optoelektronicznych współpracujących ze światłowodami
- C5 Zdobyć zaawansowanej wiedzy eksperckiej na temat różnych elementów toru światłowodowego
- C6 Opanowanie umiejętności pracy z elementami fonicznymi i przyrządami pomiarowymi techniki światłowodowej
- C7 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu techniki światłowodowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie fotoniki, w tym fizyczne podstawy działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi obsługiwać aparaturę pomiarową i montować systemy pomiarowe w zakresie fotoniki z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi

PEU_U02 potrafi przygotować opracowanie pisemne wykonanych pomiarów w zakresie fotoniki

Z zakresu kompetencji społecznych:
 PEU_K01 jest przygotowany do pracy w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie - podsumowanie podstawowych wiadomości o światłowodach	2
Wy2	Omówienie metodologii i wyników analizy światłowodów metodami optyki falowej	2
Wy3	Podstawowe właściwości światłowodów w świetle ich wykorzystania w komercyjnych systemach telekomunikacyjnych	2
Wy4	Ograniczenia transmisji światłowodowej: tłumienie, dyspersja i efekty nieliniowe	2
Wy5	Kompensacja ograniczeń transmisji światłowodowej	2
Wy6	Podstawowe właściwości światłowodów w świetle norm międzynarodowych - definicje	2
Wy7	Pomiary podstawowych właściwości światłowodów w świetle norm międzynarodowych – tłumienie i dyspersja	2
Wy8	Pomiary podstawowych właściwości światłowodów w świetle norm międzynarodowych – apertura numeryczna, długość fali odcięcia	2
Wy9	Połączenia światłowodów i kabli światłowodowych (połączenia spawane)	2
Wy10	Połączenia światłowodów i kabli światłowodowych (połączenia rozłączne)	2
Wy11	Reflektometr optyczny	2
Wy12	Wprowadzenie do światłowodowych systemów WDM	2
Wy13	Architektura telekomunikacyjnych systemów WDM	2
Wy14	Najnowsze osiągnięcia i trendy techniki światłowodowej	2
Wy15	Repetitorium, przykładowy test	2
Suma godzin		30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne; zasady obsługi sprzętu pomiarowego i laboratoryjnego	2
La2	Łączenie światłowodów metodą spawania w łuku elektrycznym	4
La3	Montaż złącz światłowodowych	4
La4	Pomiary charakterystyk spektralnych światłowodów włóknistych	4
La5	Bierne elementy toru światłowodowego (sprzęgacz i cyrkulator światłowodowy)	4
La6	Pomiary linii światłowodowych metodą bezpośrednią i reflektometrem	4
La7	Badanie wpływu tłumienia i dyspersji na ograniczenie długości linii światłowodowej	4
La8	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	4
Suma godzin		30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	dyskusje, kartkówki, sprawozdania
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

[1] S. Patela, Optical Fibers, skrypt, PWr Wrocław 2011

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

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

[2] Marciniak M., Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998

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

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

laboratorium: dr inż. Urszula Nawrot, e-mail: u.nawrot@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Miernictwo optoelektroniczne**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Optoelectronic Metrology**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0103**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstaw miernictwa optoelektronicznego oraz budowy i zasady działania układów pomiarowych
- C2 Nabycie umiejętności wykonywania podstawowych pomiarów parametrów elementów optoelektronicznych, wielkości fizycznych i mechanicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C3 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do prowadzenia pomiarów optoelektronicznych
- C4 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych dotyczących miernictwa optoelektronicznego
- C5 Wykształcenie umiejętności posługiwania się technikami pomiarowymi z zakresu optoelektroniki do prowadzenia prac naukowo-badawczych
- C6 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych związanych z miernictwem optoelektronicznym

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia pojęcia z zakresu miernictwa optoelektronicznego, technik pomiarowych oraz obszarów zastosowań miernictwa optoelektronicznego

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi samodzielnie zestawić układy pomiarowe oraz dobrać techniki i potrzebne dane do wykonania zadania pomiarowego

Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	uznaje znaczenie i przydatność wiedzy teoretycznej i praktycznej w rozwiązywaniu problemów pomiarowych, w szczególności doświadczenie ekspertów w danej technice pomiarowej

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Część organizacyjna wykładu: ustalenie zakresu kursu i wymagań do zaliczenia, omówienie materiałów do wykładu, podanie wykazu literatury. Wykład: Podstawowe definicje w miernictwie optoelektronicznym	2
Wy2	Podstawowe elementy optoelektroniczne systemów pomiarowych. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy3	Przegląd optoelektronicznych układów i systemów pomiarowych. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy4	Interferometria laserowa : zasada działania, komponenty systemu, zastosowania. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy5	Optyczne metody pomiaru grubości warstw. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy6	Optyczne metody pomiaru chropowatości powierzchni. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy7	Optyczne linały pomiarowe i cyfrowe czynniki położenia. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy8	Podsumowanie wykładu. Perspektywy rozwoju technik miernictwa optoelektronicznego.	1
Suma godzin		15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Pomiary charakterystyk transmisji dla różnych warstw cienkich, powłok optycznych (np. warstwy antyrefleksyjne, odbiciowe) oraz gotowych elementów optycznych (np. filtry) w różnych konfiguracjach pomiarowych; Wyznaczanie szerokości optycznej przerwy zabronionej dla wybranych powłok	3
La2	Pomiary charakterystyk odbicia dla różnych warstw cienkich, powłok optycznych (np. warstwy antyrefleksyjne, odbiciowe) oraz gotowych elementów optycznych (np. filtry) w różnych konfiguracjach pomiarowych; Wyznaczanie grubości warstw na podstawie pomiarów odbiciowych	3
La3	Laserowy pomiar średnicy włókien metodą dyfrakcyjną	3
La4	Badanie parametrów metrologicznych lasera He-Ne	3
La5	Badanie parametrów elektrycznych, optycznych i termicznych lasera półprzewodnikowego	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1.	Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami	
N2.	Materiały do wykładu i laboratorium on-line	
N3.	Laboratorium: 15-minutowe sprawdziany z przygotowania do zajęć	
N4.	Realizacja zadań laboratoryjnych pod nadzorem prowadzącego	
N5.	Praca własna: przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień	
N6.	Praca własna: przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	
N7.	Praca własna: samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	kartkówki, sprawozdania
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Handbook of Optical Metrology. Principles and Applications, ed. by Toru Yoshizawa, CRC Press, 2009
- [2] B. Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń , 2004
- [3] J.E. Midwinter, Y.L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ , 1995
- [4] J.Piprek, Optoelectronic Devices, Springer-Verlag, 2005
- [5] K.Booth, Optoelektronika, WKŁ , 2001
- [6] M. Rusin, Wizyjne przetworniki optoelektroniczne, WKŁ, 1990
- [7] M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej, (Cykl wydawniczy: „Fizyka dla przemysłu”), WNT, 1992
- [8] Praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Helsztyńskiego, Laboratorium podstaw optoelektroniki i miernictwa optoelektronicznego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003
- [9] Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, Tom IV , PWN, 1983

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Czasopisma: Elektronika praktyczna, Elektronizacja, Przegląd Telekomunikacyjny itp. oraz katalogi branżowe, 2012
- [2] G.C.Righini, A.Tajani, A.Cutolo, An Introduction to Optoelectronic Sensors, World Scientific Pub (London, Singapore, Taipei), 2009

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Telekomunikacja światłowodowa**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim:

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy): **Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów: **II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**Kod przedmiotu: **W12EIT-SM0104**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		0,7		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy dotyczącej optycznych sieci transportowych, uwzględniającej ich architekturę, funkcjonowanie, elementy i protokoły komunikacyjne
- C2 Nabycie wiedzy dotyczącej optycznych sieci dostępowych, uwzględniającej ich architekturę, funkcjonowanie, elementy i protokoły komunikacyjne
- C3 Zdobycie umiejętności analizowania struktur, urządzeń i protokołów optycznych sieci transportowych i dostępowych, stosowania przyrządów do pomiarów parametrów torów i urządzeń oraz do badania jakości transmisji
- C4 Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych związanych z optycznymi sieciami telekomunikacyjnymi

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wymienia trendy rozwojowe w zakresie optycznych sieci telekomunikacyjnych

PEU_W02 opisuje funkcje, możliwości i struktury optycznych sieci transportowych i dostępowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi stosować przyrządy do pomiaru parametrów urządzeń i tworzyć podstawowe struktury optycznych sieci transportowych i dostępowych

PEU_U02 potrafi zaproponować strukturę optycznej sieci transportowej i dostępowej dla konkretnych wymagań

PEU_U03 potrafi analizować struktury i protokoły optycznych sieci transportowych i dostępowych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do systemów i sieci telekomunikacyjnych.	2
Wy2	Zwielokrotnienie częstotliwościowe, czasowe i falowe	2
Wy3	Systemy kodowania w sieciach o wysokiej przepustowości danych	2
Wy4	Systemy i sieci hierarchii synchronicznej SDH	2
Wy5	Sieci optyczne – OTN	2
Wy6	Optyczne sieci dostępowe - PON	2
Wy7	Infrastruktura stosowana do budowy struktur telekomunikacyjnych i sposoby badania optycznych sieci telekomunikacyjnych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium. Zasady BHP	3
La2	Analiza reflektogramów linii światłowodowych	3
La3	Badanie analogowego łącza optycznego	3
La4	Badanie optycznej sieci transportowej	3
La5	Badanie optycznej sieci dostępowej - PON	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2.	Materiały i instrukcje laboratoryjne
N3.	Ćwiczenia praktyczne – konfiguracja urządzeń i testy funkcjonalne
N4.	Konsultacje
N5.	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N6.	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] S. Kula, Systemy teletransmisyjne, WKiŁ, Warszawa, 2004
[2] K. Perlicki, Systemy transmisji optycznej WDM, WKiŁ, Warszawa, 2007
[3] A.E. Willner, „Optical Fiber Telecommunications VII”, Academic Press, 2019
[4] A. Dąbrowski, P. Dymarski, „Podstawy transmisji cyfrowej”, Oficyna Wydawnicza PW, 2013
[5] J. Siuzdak, „Systemy i sieci fotoniczne”, WKŁ, 2009
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Technika laserowa
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Laser Techniques
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0105
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy
2. Umiejętność pracy zespołowej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Wprowadzenie w rozszerzone zagadnienia związane z techniką laserową: praca impulsowa laserów, generacja wyższych harmonicznych, modulacja promieniowana laserowego, kontroli i stabilizacji częstotliwości promieniowania laserów
- C2 Wprowadzenie w zagadnienia związane z zastosowaniem techniki laserowej w przemyśle: zastosowania technologiczne (obróbka i mikroobróbka laserowa), metrologia optyczna, telekomunikacja optyczna, lasery w medycynie
- C3 Zdobywanie umiejętności prowadzenia eksperymentów z zakresu techniki laserowej
- C4 Umiejętność wykorzystania elementarnego sprzętu wykorzystywanego w technice laserowej
- C5 Nauka samodzielnej interpretacji otrzymanych wyników

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie zjawisk fizycznych w zakresie elektroniki i techniki laserowej

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi przeprowadzić eksperymenty z zakresu techniki laserowej

PEU_U02 potrafi korzystać ze sprzętu stosowanego w technice laserowej

PEU_U03 potrafi samodzielnie interpretować otrzymane wyniki

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do wdrażania zasad BHP związanych z obsługą laserów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Modułacja i modulatory światła	3
Wy2	Praca impulsowa laserów (modelocking, Q-switching), generacja wyższych harmonicznych	2
Wy3	Stabilizacji częstotliwości promieniowania laserów	2
Wy4	Metrologia laserowa (interferometria, wibrometria, dalmierze, holografia)	2
Wy5	Technologiczne zastosowania laserów (obróbka i mikroobróbka laserowa)	2
Wy6	Laserowe techniki generatywne (SLA - stereolitografia, DLMS, SLS i SLM - selektywne spiekanie i stapianie proszków)	1
Wy7	Telekomunikacja optyczna	1
Wy8	Zastosowania laserów w medycynie	1
Wy9	Zaliczenie	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, szkolenie BHP	1
La2	Impulsowy laser światłowodowy	2
La3	Interferometry światłowodowe	2
La4	Analiza stanu polaryzacji promieniowania laserowego	2
La5	Analiza geometrii wiązek laserowych	2
La6	Mikroobróbka laserowa 1 (system galwo z laserem światłowodowym)	2
La7	Mikroobróbka laserowa 2 (ploterowy system z laserem CO ₂)	2
La8	Termin odróbczy	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Sala wykładowa (kreda i tablica)
N2.	Projektor, komputer z oprogramowaniem do prezentacji (np. PowerPoint)
N3.	Laboratorium dobrze wyposażone w nowoczesny sprzęt laserowy
N4.	Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych
N5.	Zadawanie w trakcie laboratorium pytań problemowych do samodzielnego rozwiązania w trakcie trwania laboratorium
N6.	Samodzielne studiowanie wybranych fragmentów programu
N7.	Praca samodzielna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	ocena z przygotowania do laboratorium oraz za opracowanie wyników
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[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
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr hab. inż. Arkadiusz Antończak, prof. uczelni, e-mail: arkadiusz.antonzak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: MOEMS-y

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: MOEMS

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja

Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu: W12EIT-SM0106

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawy technologii mikrosystemów lub mikroinżynierii, bazowa wiedza na temat optoelektroniki i optyki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie wiedzy na temat mikrosystemów optycznych biernych i aktywnych mechanicznie
 C2 Przeprowadzenie własnych eksperymentów z wybranymi MEOMS-ami w skali laboratoryjnej
 C3 Udział studentów w badaniach naukowych w tematyce mikrosystemów optycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia na temat procesów wytwarzania mikrosystemów optycznych, ich parametrów konstrukcyjnych i użytkowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu i przygotować opracowanie wyników

PEU_U02 potrafi porównać rozwiązania konstrukcyjne, parametry i obszary zastosowań różnorodnych mikrosystemów optycznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do wdrażania zasad BHP związanych z pracą przy mikrosystemach optycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

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

Wy2	Nieruchome komponenty mikro optyczne: sprzęgacze i mikrosoczewki, siatki dyfrakcyjne 1-D i 2-D, mikro-ławy optyczne i inne	2
Wy3	Ruchome komponenty mikro optyczne: lustra, przełączniki, mikro-optyka adaptacyjna, rzutniki DMD, mikroskopy konfokalne i SNOM on-chip, pamięć optyczno-mechaniczna	2
Wy4	Modulatory i filtry optyczne, mikro-spektrofotometry LIGA	2
Wy5	Mikro-czujniki wielkości fizycznych i chemicznych typu MEOMS, mikroczujniki w mikro-analityce. Mikro-czujniki fotometryczne VIS i NIR w chemii, biologii i medycynie	2
Wy6	Mikro-czujniki fluorometryczne: czynnik skali, chromofory, źródła światła zbudzającego i detektory, zastosowanie w DNA-chipach i metodzie ELISA i w instrumentach przenośnych	2
Wy7	Zintegrowany mikrozegar atomowy z wykorzystaniem zjawiska CPT, magnetometri i interferometri zintegrowane	2
Wy8	Podsumowanie oraz kolokwium	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Wspomagane komputerowo modelowanie ugięcia membrany krzemowej	3
La2	Optyczny światłowodowy miernik odległości jako precyzyjne narzędzie do pomiaru ugięcia membrany krzemowej	3
La3	Pomiary spektrofotometryczne w świetle widzialnym VIS	3
La4	Pomiary spektrofotometryczne w świetle podczerwonym NIR	3
La5	Optyczny przełącznik światłowodowy MEMS	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacją i dyskusją
N2. Kartkówki na początku ćwiczeń
N3. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	kartkówki, sprawozdania
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. Rai-Choudhury, MEMS and MOEMS Technology and Applications, SPIE Press

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Czujniki światłowodowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Fiber Optic Sensors**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0107**Grupa kursów:** NIE

	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	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość zagadnień z zakresu fizyki, w tym optyki geometrycznej i falowej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie ze sposobami modulacji parametrów fali świetlnej
- C2 Pogłębienie wiedzy odnośnie zastosowania światłowodów włóknistych do budowy głowic czujnikowych i zastosowania elementów aktywnych w układach pomiarowych
- C3 Uporządkowanie wiedzy w zakresie projektowania i wykorzystania nowoczesnych światłowodowych systemów czujnikowych we współczesnej technice
- C4 Utrwalenie i rozwijanie umiejętności pracy w grupie
- C5 Udział w badaniach czujników światłowodowych opracowywanych na Wydziale

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia z zakresu budowy, projektowania i zastosowania światłowodowych systemów pomiarowych we współczesnej technice i medycynie

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi wykorzystać poznane światłowodowe czujniki do pomiaru i monitorowania wskazanych wielkości fizycznych i chemicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 rozumie skutki działalności inżynierskiej w efekcie przeprowadzania pomiarów przy zastosowaniu różnych technik pomiarowych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia organizacyjne - omówienie treści wykładu/karty przedmiotu oraz warunków i formy zaliczenia . Charakterystyka światłowodowych systemów pomiarowych – podstawowe parametry.	2
Wy2	Przegląd światłowodów stosowanych w układach czujnikowych (światłowody jedno- i wielomodowe, światłowody polaryzacyjne, światłowody polimerowe, światłowody fotoniczne)	2
Wy3	Charakterystyka światłowodowych systemów pomiarowych – budowa i kryteria klasyfikacji	4
Wy4	Czynne i bierne elementy światłowodowych układów czujnikowych	2
Wy5	Zjawiska fizyczne wykorzystywane do modulacji amplitudy fali świetlnej	2
Wy6	Światłowodowe siatki Bragga i ich zastosowanie w układach czujnikowych (pomiar temperatury i naprężeń)	2
Wy7	Wieloparametrowe czujniki światłowodowe wykorzystujące światłowodowe interferometry Macha-Zehndera, interferometry Michelsona, światłowodowe siatki Bragga standardowe i długofalowe oraz rezonatory Fabr-Perot	6
Wy8	Światłowodowe czujniki rozproszone bazujące na OTDR i OFDR	2
Wy9	Światłowodowe czujniki rozproszone DTS, DAS oraz DTSS – zasada działania i zastosowania	2
Wy10	Zastosowania czujników światłowodowych w przemyśle motoryzacyjnym, lotniczym, energetycznym, paliwowym, kriogenicznym oraz ochronie środowiska	6
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Ćwiczenie wprowadzające; zapoznanie z zasadami obsługi sprzętu pomiarowego	3
La2	Światłowodowy czujnik odbiciowy (głowica pomiarowa jedno- i wielowłókowa)	3
La3	Czujnik mikrougięciowy z kształtką deformującą	3
La4	Czujnik mikrougięciowy z głowicą typu twisted fiber	3
La5	Światłowodowa siatka Bragga jako czujnik naprężeń	3
La6	Światłowodowa siatka Bragga jako czujnik temperatury	3
La7	Światłowodowy czujnik rozproszony na bazie OTDR	3
La8	Światłowodowy czujnik przemieszczeń kątowych	3
La9	Światłowodowe zabezpieczenia łukoochronne	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład, prezentacje i dyskusje
N2. Konsultacje (dotyczą wykładu i laboratorium)

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01	kartkówki zaliczeniowe, sprawozdania z laboratorium
P		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] Francis T. S. Yu, Shizhuo Yin, Marcel Dekker, Fiber Optic Sensors, Inc., 2002
[2] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: systems and applications, vol. two, Artech House, 1988
[3] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. one, Artech House, 1988
[4] Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa, 2006

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Materiały konferencyjne z międzynarodowej konferencji Euroensors
- [2] Materiały konferencyjne z krajowej konferencji Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne
- [3] Baza literatury elektronicznej

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

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

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Elementy i układy optoelektroniczne II
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optoelectronic Elements and circuits II
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): Optoelektronika i technika światłowodowa
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0108
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			15	30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			30	60	
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			1	2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1	2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			0,7	1,4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego

CELE PRZEDMIOTU

- C1 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
- C2 Utrwalanie umiejętności w zakresie projektowania prostych elementów optoelektronicznych oraz pracy w grupie
- C3 Współdziałanie studentów w prowadzeniu badań naukowych związanych z naukami technicznymi, w zakresie takich dyscyplin jak elektronika, inżynieria materiałowa, telekomunikacja

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego
- PEU_U02 potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 ma świadomość korzyści wynikających z planowania etapów przygotowania i realizacji projektu
- PEU_K02 jest przygotowany do współdziałania i pracy w grupie, przyjmując w niej różne role

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Laboratorium wprowadzające - przedstawienie tematów ćwiczeń laboratoryjnych oraz warunków zaliczeń kursu, omówienie i przypomnienie zagadnień poruszanych na poszczególnych laboratoriach, szkolenie BHP.	3
La2	Pomiary widm fotoluminescencji niskowymiarowych struktur epitaksjalnych.	3
La3	Pomiary kolorymetryczne źródeł światła – modułów RGBW LED.	3
La4	Pomiary radiometryczne źródeł światła i rozsyłu strumienia świetlnego	3
La5	Projekt kwantowej struktury półprzewodnikowej o zadanych właściwościach elektronowych.	3
Suma godzin		15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia wprowadzające - szkolenie BHP, omówienie warunków zaliczenia kursu, wprowadzenie do zajęć projektowych	2
Pr2	Wprowadzenie do obsługi programów potrzebnych na kolejnych zajęciach (Linux, putty, WinSCP, APView)	2
Pr3	Wprowadzenie do obsługi programu APSYS	2
Pr4	Symulacja diody MSM	2
Pr5	Symulacja diody PIN	2
Pr6	Symulacja diody LED	2
Pr7	Symulacja i opracowywanie wyników własnych projektów	18
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie
N2.	Projekt: opracowywanie sprawozdań z wyników symulacji komputerowych
N3.	Konsultacje
N4.	Praca własna - przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
N5.	Praca własna - przygotowanie do zajęć projektowych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(La)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	kartkówki, sprawozdania
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	sprawozdania
P(Pr) – średnia ocen cząstkowych F1(Pr)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] B. Mroziwicz, 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
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr inż. Beata Ściana, e-mail: beata.sciana@pwr.edu.pl
--

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Projektowanie urządzeń optoelektronicznych**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Design and Construction of Optoelectronic Circuits**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0109**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			1,4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstaw konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych
- C2 Nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C3 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i analizy układów elektronicznych
- C4 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych układów elektronicznych
- C5 Wstępne przygotowanie oraz współdziałanie studentów w prowadzonych pracach naukowo-badawczych z zakresu optoelektroniki, a w szczególności nad zagadnieniem laserowych systemów detekcji ugięć mikroelektroniki krzemowych w mikroskopii bliskiego pola

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia z obszarów zastosowań i charakterystyk układów optoelektronicznych oraz pojęcia z zakresu konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobrać techniki i potrzebne dane do wykonania zadania projektowego oraz samodzielnie wykonać projekty układów optoelektronicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:
 PEU_K01 jest przygotowany do działania w grupie, przy jednoczesnym braniu odpowiedzialności za wyniki własnych działań

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Część organizacyjna wykładu: ustalenie zakresu kursu i wymagań do zaliczenia, omówienie materiałów do wykładu, podanie wykazu literatury. Wykład: Zasady ustalania założeń technicznych i konstrukcyjnych	2
Wy2	Elementy optoelektroniczne w układach elektronicznych. Diody LED, typy, parametry i sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy3	Lasery półprzewodnikowe, typy, parametry i sterowanie. Detektory światła - typy, podstawowe konfiguracje przedwzmacniaczy. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy4	Czujniki optoelektroniczne - typy, konstrukcje, parametry, sterowanie. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy5	Wyświetlacze alfanumeryczne i obrazowe. Typy, konstrukcje, parametry, sterowanie, zastosowanie. Optoizolatory - typy, parametry, zastosowania. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy6	Źródła światła i detektory światłowodowe telekomunikacyjne. Źródła światła i detektory do współpracy ze światłowodami plastikowymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy7	Przegląd układów elektronicznych z podzespołami optoelektronicznymi. Otwarta dyskusja na ten temat	2
Wy8	Podsumowanie wykładu. Perspektywy rozwoju technik projektowania układów optoelektronicznych. Sprawdzenie wiedzy (kolokwium)	1
Suma godzin		15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Ustalenie podstawowych założeń techniczno-projektowych dla poszczególnych projektów studenckich. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr2	Analiza funkcji realizowanych przez projektowany układ optoelektroniczny. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr3	Analiza danych katalogowych i przystosowanie zdobytych informacji do potrzeb projektu. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr4	Projekt układu optoelektronicznego spełniającego założenia techniczno-projektowe na podstawie dotychczasowej wiedzy i umiejętności. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr5	Projekt schematu elektrycznego dla przygotowywanego projektu. Symulacja działania podzespołów. Dyskusja aspektów praktycznych	2
Pr6	Projekt obwodu drukowanego dla przygotowywanego projektu. Wykonanie wizualizacji płytek. Projekt rozmieszczenia urządzenia w obudowie. Projekt płyty czołowej. Ocena parametrów. Dyskusja wyników	2
Pr7	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat	3
Suma godzin		15

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_K01	kolokwium, prezentacja projektu
P(Wy) – średnia ocen z kolokwium i prezentacji projektu		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_K01	ocena udziału merytorycznego w dyskusjach otwartych na zajęciach oraz ocena z wykonania zadania projektowego i jego prezentacji
P(Pr) – średnia ocen cząstkowych F1(Pr)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1999
- [2] J.E. Midwinter, Y.L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995
- [3] J.Piprek, Optoelectronic Devices, Springer-Verlag, 2005
- [4] K. Perlicki, Pomiar w optycznych systemach telekomunikacyjnych, WKŁ, 2006
- [5] K.Booth, Optoelektronika, WKŁ, 2001
- [6] M. Marciniak, Łączność światłowodowa, WKŁ, 1998
- [7] M. Rusin, Wizyjne przetworniki optoelektroniczne, WKŁ, 2006
- [8] M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej?, (Cykl wydawniczy: Fizyka dla przemysłu), WNT, 1992
- [9] Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, tom IV - Optyka, PWN, 1983

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Czasopisma: Elektronika praktyczna, Elektronizacja, Przegląd Telekomunikacyjny itp. oraz katalogi branżowe, 2012
- [2] A.Bjarklev, S.Benedetto, A.Willner, Optical Fiber Communication Systems, Artech House, London, 1996
- [3] G.C.Righini, A.Tajani, A.Cutolo, An Introduction to Optoelectronic Sensors, World Scientific Pub (London, Singapore, Taipei), 2009
- [4] J. Siuzdak, Systemy i Sieci Fotoniczne, WKŁ, 2009
- [5] M.Karpierz, E.Weinert-Rączka, Nieliniowa optyka światłowodowa, WNT, 2009
- [6] Noe Reinhold, Essentials of Modern Optical Fiber Communication, Springer-Verlag, 2010
- [7] Paek Un-Chul, Oh Kyunghwan, Silica Optical Fiber Technology for Device and Components, John Wiley, 2012

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Metody symulacji komputerowej w fotonice**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0110**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
2. Znajomość zasad działania przyrządów półprzewodnikowych w zakresie kursu Przyrządy półprzewodnikowe
3. Znajomość podstaw optyki falowej w zakresie kursu Optyka falowa
4. Wiedza w zakresie elektroniki ciała stałego w zakresie kursu Podstawy elektroniki ciała stałego
5. Znajomość podstaw optoelektroniki w zakresie kursu Optoelektronika

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Ugruntowanie i praktyczne wykorzystanie wiedzy z zakresu pracy elementów i przyrządów optoelektronicznych
- C2 Zdobywanie umiejętności wykorzystania prostych programów symulacyjnych w procesie projektowania przyrządów, sieci i układów fotonicznych
- C3 Pogłębienie wiedzy z zakresu zjawisk optycznych zachodzących w półprzewodnikowych emiterach, detektorach promieniowania oraz ogniwach słonecznych oraz wpływu parametrów konstrukcyjnomateriałowych oraz stosowanych modeli elektrycznych, optycznych i termicznych w programie do modelowania struktur optoelektronicznych na parametry użytkowe w/w elementów
- C4 Doskonalenie umiejętności pracy w grupie oraz interpretacji, prezentacji i dokumentacji wyników modelowania komputerowego przy realizacji zadania o charakterze projektowym
- C5 Zdobywanie umiejętności projektowania sieci komputerowych za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie wybranego programu do modelowania sieci komputerowych)
- C6 Zdobywanie umiejętności modelowania przyrządów i systemów fotoniki za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie wybranego programu do modelowania łączy optycznych)
- C7 Zdobywanie umiejętności stosowania oprogramowania do modelowania urządzeń i zjawisk fotoniki w pracy naukowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie fotoniki, działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji, algorytmów wykorzystywanych w aplikacjach służących do modelowania układów i systemów fotoniki

PEU_W02 opisuje zaawansowane metody numeryczne stosowane w projektowaniu układów i systemów elektronicznych i fonicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne (w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując) do analizy i projektowania elementów, układów i systemów elektronicznych i fonicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do profesjonalnej pracy w zakresie projektowania struktur optoelektronicznych i fonicznych, dzielenia się wiedzą i doświadczeniem oraz rozwijania bazy materiałowej na potrzeby oprogramowania symulacyjnego

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wykład wprowadzający: definicja fotoniki, podstawowe wymagania stawiane współczesnym programom symulującym pracę przyrządów optoelektronicznych	2
Wy2	Przypomnienie wiadomości na temat symulatorów optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych poznanych na wcześniejszych etapach kształcenia, pogłębienie wiedzy z zakresu modelowania zjawisk optycznych, elektrycznych i termicznych w przyrządach optoelektronicznych	2
Wy3	Omówienie wpływu parametrów konstrukcyjno-materiałowych i stosowanych modeli matematycznych na wyniki symulacji charakterystyk użytkowych przykładowych struktur optoelektronicznych	3
Wy4	Zasady modelowania złożonych układów i systemów fotoniki	2
Wy5	Prezentacja narzędzia CAD do modelowania układów i systemów fotoniki	2
Wy6	Zasady modelowania sieci komputerowych	2
Wy7	Prezentacja narzędzia CAD do modelowania sieci komputerowych	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Laboratorium wprowadzające - omówienie warunków zaliczenia kursu, szkolenie BHP; omówienie zagadnień związanych z wybranym programem do symulacji struktur optoelektronicznych; wybór zagadnienia projektowego	2
La2	Praca nad zagadnieniem projektowym, symulacje charakterystyk użytkowych wybranych struktur optoelektronicznych	2
La3	Analiza wpływu parametrów konstrukcyjno-materiałowych i stosowanych modeli matematycznych na wyniki symulacji charakterystyk użytkowych	2
La4	Opracowanie otrzymanych wyników symulacji w formie pisemnej	2
La5	Projektowanie przykładowego układu optoelektroniki za pomocą narzędzie CAD	2
La6	Opracowanie i analiza wyników projektowania urządzenia optoelektronicznego za pomocą narzędzia CAD	2
La7	Zaprojektowanie i analiza prostej sieci komputerowej za pomocą specjalizowanego narzędzia CAD	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
- N2. Symulacje komputerowe z wykorzystaniem wybranego programu do modelowania struktur optoelektronicznych
- N3. Opracowywanie wyników symulacji komputerowych w formie pisemnej
- N4. Konsultacje
- N5. Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do realizacji zadania projektowego

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] B. Mroziewicz, M. Bugajski, Wł. Nakwaski, Lasery półprzewodnikowe, WNT, 1985
- [2] B. Ziętek, Optoelektronika, Wyd. UMK, 2004
- [3] David W. Winston, Instrukcja programu SimWin, University of Colorado, 1995
- [4] David Wells Winston, Physical simulation of optoelectronic semiconductor devices, praca doktorska, University of Colorado, 1996
- [5] J. E. Midwinder, Y. L. Guo, Optoelektronika i technika światłowodowa, WKŁ, 1995
- [6] J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT, 1984
- [7] Opracowanie zbiorowe, Instrukcja programu Opnet, Opnet, 2003
- [8] Opracowanie zbiorowe, Instrukcja programu Optiperformer, Optiwave, 2012
- [9] Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT, 2001

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Sieci światłowodowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Optical-Fiber Networks**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0111**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			0,7	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza o sieciach optycznych
2. Podstawowa wiedza o światłowodach

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Podsumowanie i uporządkowanie podstawowej wiedzy na temat światłowodów i sieci komputerowych
- C2 Zapoznanie studentów z podstawami działania sieci optycznych
- C3 Dostarczenie studentom wiedzy przydatnej do budowy sieci światłowodowych
- C4 Zapoznanie studentów z aktualnym stanem wiedzy w zakresie działania sieci optycznych
- C5 Dostarczenie studentom wiedzy i nabranie przez nich umiejętności przydatnych do projektowania sieci w zorganizowanych grupach
- C6 Zdobywanie wiedzy i umiejętności badawczych w zakresie projektowania i budowy sieci światłowodowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie fotoniki, działania systemów telekomunikacji optycznej oraz optycznego zapisu i przetwarzania informacji

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobierać i oceniać elementy światłowodowe i optoelektroniczne stosowane przy konstrukcji systemów fotoniki i sieci światłowodowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do współdziałania i pracy w grupie, przyjmując w niej różne role

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do sieci optycznych	2
Wy2	Omówienie światłowodowego sprzętu sieciowego	2
Wy3	Ethernet optyczny - 10M i 100M	2
Wy4	Ethernet optyczny - 1G	2
Wy5	Ethernet optyczny 10G i więcej	2
Wy6	Procedury projektowania i pomiarów sieci optycznych	2
Wy7	WDM i optyczne sieci przyszłości	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Metodologia projektowania sieci optycznych	2
Pr2	Określenie wymagań projektowych małej sieci LAN	2
Pr3	Opracowanie map i planów lokalizacji sieci	2
Pr4	Wybór i analiza światłowodowego sprzętu sieciowego	2
Pr5	Opracowanie i wykonanie bilansu mocy optycznej dla zaprojektowanej sieci	2
Pr6	Opracowanie i wykonanie bilansu mocy optycznej dla zaprojektowanej sieci	2
Pr7	Opracowanie ostatecznej wersji projektu	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2.	Wspomaganie wykładu metodami e-learningu
N3.	Projekt: samodzielne opracowanie raportów z wyników pracy
N4.	Projekt: samodzielne wyszukiwanie i analiza danych na temat elementów i przyrządów

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_K01	sprawozdania i prezentacje z poszczególnych etapów realizacji projektu
P(Pr) – średnia ocen cząstkowych F1(Pr)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] S. Patela, Optical Fiber Networks, skrypt PWr, DBC, Wrocław 2011
[2] Vademecum Teleinformatyka cz. I, IDG, 2004
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] Vademecum Teleinformatyka cz. III, IDG, 2004
[2] Vademecum Teleinformatyka cz. II, IDG, 2002

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Sergiusz Patela, prof. uczelni, e-mail: sergiusz.patela@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Postępy elektroniki i fotoniki**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Achievements in electronics and photonics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0112**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,4

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć i ugruntować wiedzę na temat osiągnięć współczesnej elektroniki użytkowej oraz przemysłowej: mikroelektronika, optoelektronika (detektory i źródła światła, systemy laserowe itp.), elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy
- C2 Student powinien po kursie dysponować wiedzą o najnowszych zastosowaniach elektroniki
- C3 Zdobyć i utrwalenie przez studentów umiejętności wyszukiwania informacji na zadany temat
- C4 Zdobyć i utrwalenie umiejętności sporządzania prezentacji multimedialnych, przygotowania do wystąpień publicznych oraz umiejętności formułowania opracowań na piśmie
- C5 Umiejętność brania udziału w dyskusji na forum publicznym

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia na temat aktualnych osiągnięć elektroniki użytkowej i przemysłowej: mikroelektronika, optoelektronika (detektory i źródła światła, systemy laserowe itp.), elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań (układów, systemów elektroniki użytkowej i przemysłowej) o charakterze innowacyjnym

PEU_U02	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
PEU_U03	potrafi wykonać prezentację multimedialną, wygłosić za jej pomocą komunikat, wziąć udział w dyskusji oraz przygotować opracowanie pisemne
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, m.in. poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć studiowanego kierunku i innych aspektów działalności inżyniera elektronika, w sposób powszechnie zrozumiały z uwzględnieniem różnych punktów widzenia
PEU_K02	jest przygotowany do krytycznej oceny stanu wiedzy w zakresie elektroniki i mikrosystemów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Wprowadzenie do kursu, przydzielenie zagadnień do opracowania	2
Se2	Zasady poprawnego pisania tekstów technicznych oraz przygotowywania prezentacji multimedialnych	2
Se3	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se4	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se5	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se6	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se7	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se8	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se9	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se10	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se11	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se12	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se13	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se14	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se15	Zaliczenia	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja wybranych zagadnień i dyskusja
N2. Praca własna – samodzielne studia i wyszukiwanie materiałów
N3. Praca własna – przygotowanie prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień
N4. Praca własna – przygotowanie opracowania pisemnego prezentowanego zagadnienia
N5. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Se)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02	ocena zawartości merytorycznej prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego
F2(Se)	PEU_U03 PEU_K01	ocena prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego od strony technicznej
F3(Se)	PEU_W01 PEU_K02	ocena dyskusji
$P(Se) = 0,5 \cdot F1 + 0,25 \cdot F2 + 0,25 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] Aktualna literatura branżowa, dane katalogowe, Internet, opracowania naukowe

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Ryszard Korbutowicz, prof. uczelni, e-mail: ryszard.korbutowicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Seminarium dyplomowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Diploma seminar**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Optoelektronika i technika światłowodowa**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0113**Grupa kursów:** NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa

PEU_U02 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w bazach danych, publikacjach naukowych, literaturze branżowej

PEU_U03 potrafi samodzielnie przygotować i opracować zagadnienia egzaminacyjne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do dyskusji i krytycznej oceny wiedzy z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa

PEU_K02 jest przygotowany inicjowania zmian w zespole/grupie współpracujących osób

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se2	Praca dyplomowa – omówienie przez studentów tematyki i zakresu przewidywanych prac badawczych	3
Se3	Prezentacja multimedialna CV każdego z uczestników seminarium	4
Se4	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym	8
Se5	Praca dyplomowa – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników	6
Se6	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	4
Se7	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
Se8	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Suma godzin		31

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Se)	PEU_W01 PEU_K01 PEU_K02	Kontrola aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena prezentacji postępów w pracy dyplomowej
$P(Se) = 0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

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

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Damian Wojcieszak, prof. uczelni, e-mail: damian.wojcieszak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Praca dyplomowa magisterska**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** MSc Diploma thesis**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0114**Grupa kursów:** NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 charakteryzuje złożone problemy z zakresu wiedzy właściwej dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi tworzyć teksty techniczne (Praca dyplomowa) i prezentacje multimedialne z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Optoelektronika i technika światłowodowa

PEU_U02 potrafi wyszukać informacje wymagane do realizacji pracy dyplomowej

PEU_U03 potrafi samodzielnie rozszerzyć własną wiedzę o zagadnienia wymagane do realizacji tematu pracy dyplomowej

PEU_U04 potrafi dobrać metody badawcze oraz je zastosować w celu realizacji pracy dyplomowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01	jest przygotowany do dyskusji i krytycznej oceny własnej wiedzy z zakresu tematycznego realizowanej pracy dyplomowej
PEU_K02	jest przygotowany do realizacji złożonego zadania we współpracy z doświadczonymi ekspertami, w tym zasięgnięcia opinii oraz prowadzenia dyskusji postępów pracy
PEU_K03	jest przygotowany do profesjonalnego i uczciwego zachowania w miejscu pracy

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja
N2. Praca własna – studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej oraz prowadzenie badań
N3. Praca własna – pisanie tekstu naukowo-technicznego kontrolowanego przez promotora
N4. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Sprawdzenie stopnia realizacji pracy dyplomowej
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Recenzje Pracy dyplomowej jako dzieła
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Kontrola osiągnięcia kolejnych celów badawczych realizowanych samodzielnie i w zespołach badawczych
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Damian Wojcieszak, prof. uczelni, e-mail: damian.wojcieszak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Autonomiczne systemy zasilające
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Autonomous Power Supplying Systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0200
Grupa kursów: NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przedstawienie zasad zasilania autonomicznych urządzeń elektronicznych i mikrosystemów
 C2 Przegląd rozwiązań technicznych i ich właściwości realizujących różnymi metodami pozyskiwanie energii elektrycznej z otoczenia

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 wyjaśnienia zagadnienia w zakresie fizyki i chemii niezbędne do zrozumienia działania systemów zasilających w mikrosystemach (zasada działania, rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne, parametry eksploatacyjne)

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Bilans energii w mikrosystemach	2
Wy2	Zasady zasilania mikrosystemów	2
Wy3	Efekt fotowoltaiczny, ogniwa słoneczne	2
Wy4	Rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne mikroogniw i mikromodułów słonecznych	2
Wy5	Zjawiska termoelektryczne	2
Wy6	Mikrogeneratory termoelektryczne - rozwiązania technologiczno konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy7	Prosty i odwrotny efekt piezoelektryczny	2

Wy8	Mikrogeneratory piezoelektryczne - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy9	Ogniwa paliwowe - zasada działania	2
Wy10	Mikroogniwa paliwowe - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy11	Mechaniczne mikrogeneratory energii	2
Wy12	Zasady magazynowania energii	2
Wy13	Baterie i akumulatory dla mikrosystemów - rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne i parametry eksploatacyjne	2
Wy14	Źródła energii - problemy globalne	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacjami i dyskusją
N2. Praca własna - przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D.M. Rove, Handbook of Thermoelectrics, CRC Press, 1996
[2] W. Ehrefeld, Microreactors - new technology for modern chemistry, Wiley-Vch Verlag, 2000

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Artykuły w czasopismach naukowych - wybrane przez prowadzącego

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

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

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Techniki próżniowe i plazmowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Vacuum and Plasma Techniques
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0201
Grupa kursów: NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zaliczone kursy z zakresu fizyki

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnienia zjawiska zachodzące przy obniżonym ciśnieniu gazu oraz działanie urządzeń próżniowych (wytwarzanie i pomiar próżni) w kontekście procesów technologicznych stosowanych w mikroelektronice

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy kinetycznej teorii gazów - podstawowe definicje, zjawiska w rozrzedzonym gazie	2
Wy2	Przepływ gazu (ilość gazu, natężenie przepływu, szybkość pompowania) w instalacjach próżniowych	1
Wy3	Pompy próżni wstępnej – pompy olejowe „mokre-brudne”	2
Wy4	Pompy próżni wstępnej – pompy „suche-czyste”	2
Wy5	Pompy wysokiej próżni przepływowe: pompy dyfuzyjne i turbomolekularne	3
Wy6	Pompy wysokiej próżni bezwylotowe-sorpcyjne (pompy sublimacyjne, jonowe, kriosorpcyjne, gettery)	5

Wy7	Pomiar ciśnienia, zakresy próżni i metody pomiarowe. Pomiar pośredni i bezpośredni	2
Wy8	Próżniomierze mechaniczne i lepkościowe. Próżniomierze ciepłno-przewodnościowe i konwekcyjne	2
Wy9	Próżniomierze jonizacyjne z gorącymi i zimnymi katodami	2
Wy10	Wykład laboratoryjny – demonstracja procesu próżniowego w laboratorium techniki próżniowej	2
Wy11	Przepływ gazu, wybór metody pompowania	1
Wy12	Systemy próżniowe w technologii MEMS	2
Wy13	Próżniowe osadzanie cienkich warstw (parowanie, rozpylanie). Rola warunków ciśnieniowych (próżni) w procesach nanoszenia cienkich warstw. Procesy elektryczne przy obniżonym ciśnieniu – ruch jonów, elektronów	2
Wy14	Wykład laboratoryjny – proces próżniowej metalizacji z wykorzystaniem układu magnetronowego. Procesy reaktywne i niereaktywne w laboratorium techniki próżniowej	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

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

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

dr hab. inż. Artur Wiatrowski, prof. uczelni, e-mail: artur.wiatrowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Modelowanie mikrosystemów**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Modelling of microsystems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0202**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych typu MES do wspomagania pracy inżyniera na etapie projektowania, a w szczególności do modelowania mikrosystemów

PEU_W02 wyjaśnia zagadnienia dotyczące budowy, zasady działania i technik wytwarzania mikrosystemów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomagania prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny do typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego w inżynierii, np. typu CAD i MES

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do modelowania i symulacji mikrosystemów i programu FlexPDE	2
Wy2	Modelowanie i symulacje numeryczne	2
Wy3	Modelowanie zagadnień z dziedziny mechaniki i termodynamiki	2
Wy4	Modelowanie zagadnień z dziedziny elektromagnetyzmu i dynamiki płynów	2
Wy5	Modelowanie pól sprzężonych	2
Wy6	Metody i algorytmy projektowania numerycznego	2
Wy7	Inżynieria materiałowa w mikrosystemach	3
	Suma godzin	15

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

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01	kartkówki, sprawozdania
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

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 UZUPELNIAJACA:

- [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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. inż. Artur Wymysłowski, e-mail: artur.wymyslowski

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Programowalne układy logiczne

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Programmable logic devices

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja

Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu: W12EIT-SM0203

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			1,4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

C1 Przekazanie wiedzy na temat techniki programowania układów FPGA

C2 Opanowanie języka Verilog

C3 Współdziałanie studentów w prowadzonych pracach badawczych z zakresu programowalnych układów logicznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia na temat projektowania układów cyfrowych w strukturach programowalnych FPGA

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi programować układy FPGA, kodować w języku Verilog

PEU_U02 potrafi współpracować w ramach grupy projektowej

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do cyfrowych układów VLSI	2
Wy2	Podstawy języka Verilog	2
Wy3	Układy kombinacyjne, przypisania blokujące i nieblokujące	2
Wy4	Układy sekwencyjne - instrukcja always	2
Wy5	Układy SERDES	2
Wy6	Kodowanie automatów stanów	2

Wy7	Szybkość, moc, zasoby	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Narzędzia Intel® Quartus® Prime	2
Pr2	Symulacja układów sekwencyjnych	2
Pr3	Techniki automatycznej weryfikacji	2
Pr4	Projekt - koncepcja architektury	2
Pr5	Projekt - kodowanie	2
Pr6	Projekt - weryfikacja	2
Pr7	Projekt - fizyczna realizacja	2
Pr8	Projekt - zaliczenie	1
	Suma godzin	15

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02	realizacja projekt
P(Pr) – ocena projektu		

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

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
prof. dr hab. inż. Teodor Gotszalk, e-mail: teodor.gotszalk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Mikrosystemy ceramiczne**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Ceramic microsystems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0204**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2			1,4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw fizyki

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia związane z konstrukcją, zasadami działania, właściwościami i zastosowaniem czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC (Low Temperature Cofired Ceramic)

PEU_W02 wymienia kierunki rozwoju mikrosystemów LTCC

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania czujników fizycznych i chemicznych oraz mikrosystemów wykonanych technologią grubowarstwową i LTCC

PEU_U02 potrafi zaprojektować wybrane czujniki, aktuatory i mikrosystemy ceramiczne

PEU_U03 potrafi opracować założenia dot. konstrukcji wybranych przyrządów oraz opracować algorytm technologii wykonania struktury

Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę ustawicznego kształcenia się, rozumie zasadę działania elementów sensorowych, z których korzysta oraz rozumie konieczność stosowania sensorów, w celu poprawy bezpieczeństwa człowieka, szybszej diagnostyki medycznej oraz kontroli stanu środowiska

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

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Ćwiczenie wprowadzające	1
Pr2	Reguły projektowania mikrosystemów ceramicznych	2
Pr3	Prezentacja wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych	2
Pr4	Prezentacja wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych	2
Pr5	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – wykonanie projektu poszczególnych warstw	2
Pr6	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – wykonanie projektu sit	2
Pr7	Wykonanie projektu wybranych czujników i mikrosystemów ceramicznych – opracowanie planu procesu technologicznego	2
Pr8	Obrona projektów	2
	Suma godzin	15

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02	egzamin

P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	dyskusje, sprawozdania, obrona projektu
P(Pr) – średnia ważona ocen cząstkowych F1(Pr); wagi ustala prowadzący		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPELNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

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

LITERATURA UZUPELNIAJĄCA:

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

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

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

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Mikrosystemy analityczne**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0205**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia teoretyczne dotyczące podstaw fizykochemicznych, technologicznych, konstrukcji, wytwarzania, działania i zastosowań mikrosystemów analitycznych, bio-chipów, lab-on-chipów i mikroreaktorów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi opisać, ocenić i porównać działanie mikrosystemów analitycznych gazowych i ciekowych;
PEU_U02 potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu zasad projektowania, wytwarzania, działania oraz zastosowania mikrosystemów dla chemii i mikrochemii

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do samodzielnej i zespołowej pracy laboratoryjnej

PEU_K02 rzetelnie i profesjonalnie wykonuje pomiary z zastosowaniem mikrosystemów analitycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

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

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Mikrozawór i mikrodozownik gazu z repetycją dozy: badanie parametrów w układzie wstrzykowym i przepływowym z zastosowaniem sterowania komputerowego i przetwarzania sygnałów w czasie realnym.	3
La2	Mikrodetektory przepływu i transportu masy gazu (katarometr): badanie parametrów w układzie przepływowym, współpraca z mikrodozownikami. Określenie stałych czasowych, detekcyjności i powtarzalności wskazań w czasie realnym.	3
La3	Detekcja fluorometryczna DNA w mikro skali.	3
La4	Mikroczip cieczowy z pięcioma mikrozaporami i detektorem konduktometrycznym on-chip, o otwartej architekturze działania. Badanie wstrzykiwania i mieszania piko i nano objętości w układach typu T, Y z wykorzystaniem systemu wizualizacji.	3
La5	Przepływ i mieszanie cieczy w mikro skali.	3
	Suma godzin	15

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

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

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

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

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

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

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody diagnostyczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Diagnostic methods
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0206
Grupa kursów: NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw fizyki i elektroniki ciała stałego

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia dotyczące optycznych metod badania materiałów
 PEU_W02 wyjaśnia zagadnienia dotyczące metod badania powierzchni materiałów
 PEU_W03 wyjaśnia zagadnienia dotyczące metod badania właściwości strukturalnych materiałów

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 potrafi samodzielnie dobrać i zastosować odpowiednie narzędzia do rozwiązywania wybranych problemów z zakresu statystycznej analizy danych, potrafi formułować wnioski na podstawie wykonanych analiz
 PEU_U02 potrafi samodzielnie wyznaczyć parametry wybranych materiałów i interpretować zachodzące zjawiska
 PEU_U03 potrafi dokonać krytycznej analizy uzyskanych wyników badań

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 uznaje znaczenie wiedzy i doświadczenia zdobywanego od ekspertów i specjalistów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Klasyfikacja metod diagnostyki optycznej	2
Wy2	Metody mikroskopii elektronowej do diagnostyki nanomateriałów	6
Wy3	Wybrane metody badań powierzchni materiałów	7
Wy4	Wybrane metody badania właściwości mechanicznych materiałów	2
Wy5	Metody diagnostyki bioaktywnych nanomateriałów	2
Wy6	Metoda transmisji światła i jej zastosowanie w charakteryzacji materiałów	2
Wy7	Badania defektów w materiałach półprzewodnikowych	2
Wy8	Wybrane metody badań właściwości elektrycznych materiałów	3
Wy9	Metody badania właściwości sensorowych nanomateriałów	2
Wy10	Kolokwium zaliczeniowe	2
Wy11	Struktura ciała stałego, model kryształ	2
Wy12	Sieć odwrotna kryształu i jej znaczenie praktyczne	2
Wy13	Zasada pomiaru i interpretacja krzywych odbić warstw epitaksjalnych	2
Wy14	Zasada pomiaru i interpretacja węzłów sieci odwrotnej warstw epitaksjalnych	2
Wy15	Metodyka pomiarowa warstw epitaksjalnych o znaczącym niedopasowaniu sieciowym w stosunku do podłoża	2
Wy16	Zastosowanie reflektometrii do charakteryzacji warstw epitaksjalnych	2
Wy17	Opis struktury polikrystalicznych warstw sensorowych	2
Wy18	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	45

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wprowadzenie do zajęć – przegląd właściwości materiałów i metod diagnostyki	2
Ćw2	Analiza składu materiałowego za pomocą sygnału BSE w SEM	2
Ćw3	Analiza artefaktów występujących w SEM	2
Ćw4	Analiza topografii powierzchni nanomateriałów za pomocą AFM	2
Ćw5	Analiza właściwości fizykochemicznych powierzchni nanomateriałów cienkowarstwowych	2
Ćw6	Pomiary zwilżalności materiałów i powłok cienkowarstwowych	2
Ćw7	Analiza właściwości powierzchni na podstawie pomiarów zwilżalności	2
Ćw8	Ocena właściwości fotokatalitycznych nanocząstek i powłok cienkowarstwowych	2
Ćw9	Określenie właściwości antystatycznych na podstawie pomiarów rezystancji oraz czasów rozpraszania ładunku statycznego	2
Ćw10	Analiza właściwości optycznych przezroczystych nanomateriałów na podstawie współczynnika transmisji światła	2
Ćw11	Analiza defektów występujących w materiałach półprzewodnikowych	2
Ćw12	Określenie współczynnika doskonałości „Figure of merit” materiałów półprzewodnikowych	2
Ćw13	Identyfikacja fazowa polikrystalicznych warstw sensorowych	2
Ćw14	Charakteryzacja warstw epitaksjalnych i studni kwantowych na podstawie krzywych odbić	2
Ćw15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Ćw)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U3 PEU_K01	ocena zadań rozwiązywanych podczas ćwiczeń
P(Ćw) – średnia arytmetyczna ocen cząstkowych F1(Ćw)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Szaynok A., Kuźmiński S., Podstawy fizyki powierzchni półprzewodników, WNT, Warszawa, 2000
- [2] Szuber J., Metody powierzchniowe w nanotechnologii półprzewodników, WNT Warszawa 2002
- [3] Bojarski Z., Cigła M., Stróż K., Surowiec M., Krystalografia – podręcznik wspomagany komputerowo, PWN, Warszawa, 1999
- [4] Misiewicz J., Podstawy optyki ciała stałego, Oficyna Wydawnicza Politech. Wrocł., 1996
- [5] Schröder D., Semiconductor material and device characterization, J. Wiley & Sons, INC., USA, 1998
- [6] Kozłowski J., Własności strukturalne związków (Ga,Al,In)N przeznaczonych do konstrukcji

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

dr hab. inż. Michał Mazur, prof. uczelni, e-mail: michal.mazur@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Sensory
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sensors
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0207
Grupa kursów: NIE

	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	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć wiedzę o światłowodowych systemach czujnikowych stosowanych w pomiarach wybranych wielkości fizycznych i chemicznych
- C2 Zdobyć wiedzę o konstrukcjach czujników chemicznych, biochemicznych i nosach elektrochemicznych
- C3 Zdobyć wiedzę o zasadach działania, konstrukcjach i technologiach wytwarzania czujników mikroelektronicznych
- C4 Zdobyć umiejętności analizy konstrukcji i charakterystyk czujników mikroelektronicznych
- C5 Udział w badaniach parametrów czujników opracowywanych na Wydziale

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie technologii, konstrukcji i zasad działania mikroelektronicznych, optycznych, chemicznych czujników wielkości fizycznych i chemicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaprojektować, przeprowadzić analizę charakterystyk przetwarzania oraz określić parametry czujników wskazanych wielkości fizycznych i chemicznych oraz sporządzić opracowanie wyników z przeprowadzonych analiz

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 rozumie potrzebę stosowania sensorów w celu poprawy bezpieczeństwa i szybkości diagnozy w różnych dziedzinach techniki

PEU_K02 jest przygotowany do pracy w zespole laboratoryjnym

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Charakterystyka systemów pomiarowych: klasyfikacja, elementy czynne i bierne światłowodowych układów czujnikowych	2
Wy2	Czujniki światłowodowe z modulacją amplitudy fali świetlnej	2
Wy3	Interferometry światłowodowe	2
Wy4	Czujniki światłowodowe z modulacją polaryzacji	2
Wy5	Czujniki światłowodowe z modulacją długości fali świetlnej	2
Wy6	Światłowodowe siatki Bragga i ich zastosowania w układach czujnikowych (do pomiarów temperatur i naprężeń)	2
Wy7	Zastosowania czujników światłowodowych w medycynie	1
Wy8	Światłowodowe systemy czujnikowe stosowane w przemyśle chemicznym, energetyce i ochronie naturalnego środowiska	2
Wy9	Właściwości fizykochemiczne wody i metody detekcji pary wodnej	2
Wy10	Chemiczne czujniki gazów: materiały i konstrukcje	2
Wy11	Procesy fizykochemiczne zachodzące w chemicznych czujnikach gazu	2
Wy12	Rodzaje elektrolitów i elektrody odniesienia	2
Wy13	Czujniki elektrochemiczne	3
Wy14	Biocujniki	2
Wy15	Nosy elektroniczne	2
Wy16	Rezystancyjne czujniki temperatury	2
Wy17	Termopary metaliczne i półprzewodnikowe	2
Wy18	Przetworniki do pomiaru wartości skutecznej (rms)	1
Wy19	Czujniki do pomiaru promieniowania podczerwonego	2
Wy20	Czujniki przepływu	2
Wy21	Ciepłne czujniki ciśnienia	2
Wy22	Warstwowe czujniki naprężeń	2
Wy23	Ciepłne czujniki konduktometryczne	2
	Suma godzin	45

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Odbiciowy czujnik przemieszczeń liniowych (głowica jedno- i wielowłóknowa)	3
La2	Pomiar charakterystyk przetwarzania czujnika mikrougięciowego	3
La3	Zastosowania światłowodowych siatek Bragga w układach czujnikowych	3
La4	Charakteryzacja rezystancyjnych czujników gazu	3
La5	Charakteryzacja czujników wilgotności (lub biosensorów)	3
La6	Charakteryzacja czujników elektrochemicznych ze stałym elektrolitem	3
La7	Czujniki temperatury	3
La8	Czujniki przepływu	3
La9	Czujniki promieniowania podczerwonego	3
La10	Podsumowanie zajęć i ewaluacja końcowa z możliwością uzupełnienia zaległości	3
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	dyskusje, egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(La)	PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	kartkówki, sprawozdania
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Francis T. S. Yu, Shizhuo Yin, Marcel Dekker, Fiber Optic Sensors, Inc., 2002
- [2] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. one, Artech House , 1988
- [3] J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: systems and applications, vol. two, Artech House, 1988
- [4] L. Hozer, Półprzewodnikowe materiały ceramiczne z aktywnymi granicami ziaren, PWN, 1998
- [5] P. Ciureanu, S. Middelhoek, Thin film resistive sensors, Inst. Of Physics Publ. , 1992
- [6] W. Gopel, J. Hesse, J. N. Zemel, Sensors, VCH Publ. INC, New York , 1989
- [7] W. Jakubowski, Przewodniki superjonowe, Właściwości fizyczne i zastosowania, WNT, 1988
- [8] Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, 2006

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

prof. dr hab. inż. Helena Teterycz, e-mail: helena.teterycz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Systemy operacyjne**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Operating Systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0208**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6		1,4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

C1 Opanowanie wiedzy teoretycznej w zakresie określonym w Wy_01-Wy_07

C2 Zdobycie umiejętności praktycznych poprzez realizację zadań laboratoryjnych La_01-La_07

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie zasad działania i programowania systemów operacyjnych, w tym systemów wbudowanych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi używać, konfigurować i programować aplikacje przeznaczone dla różnych systemów operacyjnych, w tym wbudowanych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Konfiguracja VirtualPC/VBOX. Przenośność kodów źródłowych ANSI C: aplikacja konsolowa w systemie Linux i Windows, standardowe wejście/wyjście w tych systemach	2
Wy2	InterNiche lub MQX RTOS dla ColdFire: implementacja wielozadaniowości	2
Wy3	Użycie wątków i aplikacja sterowana zdarzeniami w systemie Windows. Wybrane elementy podsystemu Win32	2
Wy4	Podstawy Linuks. Zarządzanie prawami dostępu, skrypty powłoki, montowanie systemów plików	2

Wy5	Zarządzanie procesami w systemie Linuks i międzyprocesowa wymiana danych	2
Wy6	Przygotowanie i uruchomienie systemu Android dla zestawu uruchomieniowego	2
Wy7	Wykonanie aplikacji dla systemu Android do sterowania wybranym urządzeniem lub modelem budynku inteligentnego	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	15

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
N2. Kartkówki weryfikujące opanowanie materiału wymaganego bieżącym programem zajęć
N3. Konsultacje
N4. Specjalistyczne oprogramowanie i elektroniczne zestawy uruchomieniowe
N5. Praca własna - przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
N6. Praca własna - przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	dyskusje, kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(La)	PEU_U01	kartkówki, sprawozdania
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(La)		

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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Damian Radziejewicz, e-mail: damian.radziejewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Zastosowanie analogowych i cyfrowych układów scalonych**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Application of analogue and digital integrated circuits**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0209**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,6			1,4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia w zakresie budowy i działania analogowych i cyfrowych układów scalonych oraz ich zastosowań

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zaprojektować układy elektroniczne odpowiedzialne za pomiar i przetwarzanie sygnałów czujnikowych, a w zależności od stopnia złożoności wykonać, uruchomić i zmierzyć właściwości użytkowe skonstruowanych układów analogowych i cyfrowych przeznaczonych do sterowania i pomiaru (detekcji)

PEU_U02 potrafi zespołowo wykonywać prace projektowe

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

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia wprowadzające - sprawy organizacyjne, zasady realizacji zadań projektowych, zasady BHP, obsługa przyrządów, metody pomiarowe	2
Pr2	Omówienie listy tematów projektowych	2
Pr3	Dyskusja i omówienie wybranych zadań projektowych	2
Pr4	Dyskusja i ocena przyjętego schematu blokowego konstruowanego układu elektronicznego na bazie analogowych i cyfrowych układów elektronicznych	2
Pr5	Edycja i korekta schematu ideowego konstruowanego układu elektronicznego - Część pierwsza: zasilanie i elementy pasywne	2
Pr6	Edycja i korekta schematu ideowego konstruowanego układu elektronicznego - Część druga: elementy aktywne	2
Pr7	Analiza teoretyczna zaprojektowanego układu	2
Pr8	Symulacja zaprojektowanego układu	2
Pr9	Korekta założeń układu mechanicznego dla projektowanej konstrukcji	2
Pr10	Edycja i korekta płytki drukowanej zaprojektowanego układu elektronicznego - Część pierwsza: zasilanie i elementy pasywne	2
Pr11	Edycja i korekta płytki drukowanej zaprojektowanego układu elektronicznego - Część druga: zasilanie i elementy aktywne	2
Pr12	Trawienie płytki drukowanej wybranych bloków	2
Pr13	Montaż wybranych bloków zaprojektowanego układu	2
Pr14	Uruchomienie wybranych bloków i ich pomiary	2
Pr15	Prezentacja opracowanego projektu	2
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		
F1(Pr)	PEU_U01 PEU_U02	sprawozdanie, prezentacja projektu
P(La) – średnia ocen cząstkowych F1(Pr)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

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

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

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

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Postępy elektroniki i mikrosystemów
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Achievements in electronics and microsystems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja
Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny
Kod przedmiotu: W12EIT-SM0210
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,4

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć i ugruntować wiedzę na temat osiągnięć współczesnej elektroniki użytkowej oraz przemysłowej: mikroelektronika, elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy
- C2 Student powinien po kursie dysponować wiedzą o najnowszych zastosowaniach elektroniki
- C3 Zdobyć i utrwalenie przez studentów umiejętności wyszukiwania informacji na zadany temat
- C4 Zdobyć i utrwalenie umiejętności sporządzania prezentacji multimedialnych, przygotowania do wystąpień publicznych oraz umiejętności formułowania opracowań na piśmie
- C5 Umiejętność brania udziału w dyskusji na forum publicznym

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 opisuje zagadnienia na temat aktualnych osiągnięć elektroniki użytkowej i przemysłowej: mikroelektronika, elektronika dużych mocy i wysokotemperaturowa, mikrosystemy w tym: MEMS i MOEMS; posiada wiedzę o najnowszych zastosowaniach elektroniki

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań (układów, systemów elektroniki użytkowej i przemysłowej) o charakterze innowacyjnym

PEU_U02 potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie

PEU_U03	potrafi wykonać prezentację multimedialną, wygłosić za jej pomocą komunikat, wziąć udział w dyskusji oraz przygotować opracowanie pisemne
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, m.in. poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć studiowanego kierunku i innych aspektów działalności inżyniera elektronika, w sposób powszechnie zrozumiały z uwzględnieniem różnych punktów widzenia
PEU_K02	jest przygotowany do krytycznej oceny stanu wiedzy w zakresie elektroniki i mikrosystemów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Wprowadzenie do kursu, przydzielenie zagadnień do opracowania	2
Se2	Zasady poprawnego pisania tekstów technicznych oraz przygotowywania prezentacji multimedialnych	2
Se3	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se4	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se5	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se6	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se7	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se8	Studenckie prezentacje zagadnień obowiązkowych	2
Se9	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se10	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se11	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se12	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se13	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se14	Studenckie prezentacje tematów własnych	2
Se15	Zaliczenia	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja wybranych zagadnień i dyskusja
N2. Praca własna – samodzielne studia i wyszukiwanie materiałów
N3. Praca własna – przygotowanie prezentacji multimedialnej zadanych zagadnień
N4. Praca własna – przygotowanie opracowania pisemnego prezentowanego zagadnienia
N5. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Se)	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02	ocena zawartości merytorycznej prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego
F2(Se)	PEU_U03 PEU_K01	ocena prezentacji multimedialnej i opracowania tekstowego od strony technicznej
F3(Se)	PEU_W01 PEU_K02	ocena dyskusji
P(Se) = 0,5·F1 + 0,25·F2 + 0,25·F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] Aktualna literatura branżowa, dane katalogowe, Internet, opracowania naukowe

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Ryszard Korbutowicz, prof. uczelni, e-mail: ryszard.korbutowicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Elektronika polimerowa i molekularna

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Polymer and Molecular Electronics

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektronika i telekomunikacja

Specjalność (jeśli dotyczy): Mikrosystemy

Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu: W12EIT-SM0211

Grupa kursów: NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Brak wymagań

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie elementów biernych i przyrządów aktywnych elektroniki organicznej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnienia zagadnienia dotyczące procesów technologicznych, charakterystycznych dla elektroniki polimerowej i molekularnej oraz materiałów, elementów biernych i przyrządów aktywnych elektroniki organicznej

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Materiały organiczne - charakterystyka ogólna	2
Wy2	Właściwości elektryczne materiałów polimerowych i molekularnych	2
Wy3	Wybrane elementy teorii perkolacji	2
Wy4	Kompozyty wypełniacz proszkowy/lepiszcze organiczne	2
Wy5	Elementy bierne na bazie kompozytów wypełniacz proszkowy/lepiszcze organiczne	2
Wy6	Kleje elektroniczne	2
Wy7	Elementy czujnikowe na bazie kompozytów wypełniacz proszkowy/lepiszcze organiczne	2
Wy8	Mechanizm transportu ładunku w materiałach mało- i wielkocząsteczkowych	2
Wy9	Mechanizm rekombinacji par elektron-dziura. Absorpcja fotonów w materiałach mało- i wielkocząsteczkowych	1

Wy10	Tranzystory organiczne	2
Wy11	Emitery światła. Budowa przyrządu. Metody wytwarzania. Kolor emitowanego promieniowania. Materiały stosowane na katody i anody	2
Wy12	Wyświetlacze. Budowa. Metody wytwarzania. Zastosowania	2
Wy13	Detektory promieniowania. Budowa. Metody wytwarzania. Materiały stosowane na katody i anody. Ogniva słoneczne	2
Wy14	Pamięci organiczne, polimerowe i ferroelektropolimerowe	1
Wy15	Czujniki chemiczne oparte na półprzewodnikach organicznych	2
Wy16	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
 N2. Praca własna - samodzielne studia literaturowe
 N3. Praca własna - przygotowane się do kolokwium
 N4. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Wy)	PEU_W01	kolokwium
P(Wy) – ocena z kolokwium		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Nano and molecular electronics handbook, ed. Lyshevski Sergey Edward, CRC Press, 2007
 [2] Godlewski Jan, Wstęp do elektroniki molekularnej, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2008
 [3] Harper, Charles A. (Editor), Electronic Packaging and Interconnection handbook, Mc Graw-Hill, 2000
 [4] Klauk, Hagen (ed.), Organic Electronics. Materials, Manufacturing and Applications,, Wiley-VCH, Weinheim, 2006
 [5] Müllen, Klaus, Scherf, Ullrich (eds.), Organic Light Emitting Devices. Synthesis, Properties and Applications, Wiley-VCH, Weinheim, December, 2005
 [6] Petty Michael C., Molecular Electronics. From Principle to Practice, John Wiley & Sons, Ltd, 2007
 [7] Przygodzki W, Włochowicz A., Fizyka polimerów, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa, 2000
 [8] Zallen Richard, Fizyka ciał amorficznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa, 1994

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

prof. dr hab. inż. Andrzej Dziedzic, e-mail: andrzej.dziedzic@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Seminarium dyplomowe**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Diploma seminar**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0212**Grupa kursów:** NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia zagadnienia z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

PEU_U02 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w bazach danych, publikacjach naukowych, literaturze branżowej

PEU_U03 potrafi samodzielnie przygotować i opracować zagadnienia egzaminacyjne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 jest przygotowany do dyskusji i krytycznej oceny wiedzy z wymaganego zakresu na kierunku studiów Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

PEU_K02 jest przygotowany inicjowania zmian w zespole/grupie współpracujących osób

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – seminarium		Liczba godzin
Se1	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se2	Praca dyplomowa – omówienie przez studentów tematyki i zakresu przewidywanych prac badawczych	3
Se3	Prezentacja multimedialna CV każdego z uczestników seminarium	4
Se4	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym	8
Se5	Praca dyplomowa – prezentacje multimedialne uzyskanych wyników	6
Se6	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	4
Se7	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
Se8	Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje ogólne, wymagania regulaminowe obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej, zasady tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Suma godzin		31

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(Se)	PEU_W01 PEU_K01 PEU_K02	Kontrola aktywności w trakcie zajęć oraz udziału w dyskusji
F2(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena prezentacji zadanych zagadnień egzaminacyjnych
F3(Se)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Ocena prezentacji postępów w pracy dyplomowej
$P(Se) = 0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

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

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Tomasz Grzebyk, prof. uczelni, e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Praca dyplomowa magisterska**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** MSc Diploma thesis**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** Mikrosystemy**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny**Kod przedmiotu:** W12EIT-SM0213**Grupa kursów:** NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 charakteryzuje złożone problemy z zakresu wiedzy właściwej dla studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi tworzyć teksty techniczne (Praca dyplomowa) i prezentacje multimedialne z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Elektronika i Telekomunikacja i specjalności Mikrosystemy

PEU_U02 potrafi wyszukać informacje wymagane do realizacji pracy dyplomowej

PEU_U03 potrafi samodzielnie rozszerzyć własną wiedzę o zagadnienia wymagane do realizacji tematu pracy dyplomowej

PEU_U04 potrafi dobrać metody badawcze oraz je zastosować w celu realizacji pracy dyplomowej

Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	jest przygotowany do dyskusji i krytycznej oceny własnej wiedzy z zakresu tematycznego realizowanej pracy dyplomowej
PEU_K02	jest przygotowany do realizacji złożonego zadania we współpracy z doświadczonymi ekspertami, w tym zasięgnięcia opinii oraz prowadzenia dyskusji postępów pracy
PEU_K03	jest przygotowany do profesjonalnego i uczciwego zachowania w miejscu pracy

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja wybranych zagadnień dotyczących pracy dyplomowej i dyskusja
N2.	Praca własna – studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej oraz prowadzenie badań
N3.	Praca własna – pisanie tekstu naukowo-technicznego kontrolowanego przez promotora
N4.	Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Sprawdzenie stopnia realizacji pracy dyplomowej
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Recenzje Pracy dyplomowej jako dzieła
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Kontrola osiągnięcia kolejnych celów badawczych realizowanych samodzielnie i w zespołach badawczych
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Tomasz Grzebyk, prof. uczelni, e-mail: tomasz.grzebyk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI, FOTONIKI I MIKROSYSTEMÓW**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Matematyka**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Mathematics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektronika i telekomunikacja**Specjalność (jeśli dotyczy):** n/d**Poziom i forma studiów:** II stopień / stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ogólnouczelniany**Kod przedmiotu:** W13EIT-SM1437**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,2	1,4			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych.
2. Znajomość własności i zastosowań liczb zespolonych oraz macierzy.
3. Znajomość teorii i zastosowań szeregów liczbowych oraz szeregów potęgowych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z podstawowymi pojęciami dotyczącymi przestrzeni liniowych.
- C2 Zaprezentowanie podstawowych własności szeregów Fouriera i transformaty Fouriera.
- C3 Przedstawienie podstawowych pojęć, twierdzeń, metod i zastosowań dotyczących równań różniczkowych zwyczajnych z zastosowaniem do rozwiązywania równań pierwszego i drugiego rzędu oraz układów liniowych równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu.
- C4 Przedstawienie podstawowych pojęć, twierdzeń i metod dotyczących prostych równań różniczkowych cząstkowych oraz równań całkowych typu Voltery i Fredholma.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 wyjaśnia pojęcia z zakresu przestrzeni liniowej

PEU_W02 wyjaśnia pojęcia z zakresu szeregów Fouriera i transformaty Fouriera,

PEU_W03 wyjaśnia pojęcia z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych ze szczególnym uwzględnieniem równań pierwszego i drugiego rzędu, oraz układów liniowych równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu,

PEU_W04 wyjaśnia pojęcia z zakresu równań różniczkowych cząstkowych pierwszego i drugiego rzędu oraz równań całkowych typu Voltery i Fredholma

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi wyznaczać szeregi Fouriera i transformaty Fouriera podstawowych funkcji

PEU_U02	potrafi rozwiązywać równania pierwszego rzędu o zmiennych rozdzielonych, liniowe, jednorodnie oraz Bernoulliego, drugiego rzędu sprowadzalne do równań rzędu pierwszego oraz równania o stałych współczynnikach, układy liniowe równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu metodami macierzowymi
PEU_U03	potrafi rozwiązywać proste równania różniczkowe cząstkowe oraz stosować metody iteracyjne do rozwiązywania równań całkowych typu Volterra i Fredholma

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Przebieg liniowy skończenie wymiarowa i nieskończenie wymiarowa. Przykłady.	2
Wy2	Trygonometryczne szeregi Fouriera.	3
Wy3	Transformata Fouriera i jej podstawowe własności. Splot funkcji.	3
Wy4	Równania różniczkowe zwyczajne pierwszego rzędu. Zagadnienie początkowe dla równania I-go rzędu. Pole kierunków. Twierdzenie Picarda o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego Cauchy'ego dla równania pierwszego rzędu.	2
Wy5	Równania różniczkowe liniowe pierwszego rzędu. Metoda czynnika całkującego. Równanie Bernoulliego. Krzywe ortogonalne.	3
Wy6	Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu. Zagadnienia początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych II-go rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu sprowadzalne do równań różniczkowych pierwszego rzędu.	3
Wy7	Równania różniczkowe zwyczajne liniowe drugiego rzędu jednorodnie i niejednorodnie. Metoda uziemienniania stałych.	2
Wy8	Układy jednorodnych równań różniczkowych liniowych. Metoda Eulera.	2
Wy9	Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu. Całka równania liniowego jednorodnego. Równanie Clairauta. Równanie transportu.	3
Wy10	Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu. Równanie fali. Równanie ciepła. Równanie Laplace'a.	3
Wy11	Równania całkowe pierwszego i drugiego rodzaju, równania Fredholma i Volterra. Przykłady, równanie całkowe Abela. Równanie Fredholma z jądrem zdegenerowanym.	4
Suma godzin		30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Analizowanie zagadnień związanych z pojęciami przestrzeni liniowej.	3
Ćw2	Wyznaczanie i badanie szeregów Fouriera.	3
Ćw3	Wyznaczanie transformaty Fouriera i splotów funkcji	2
Ćw4	Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego rzędu o zmiennych rozdzielonych, liniowych, jednorodnych oraz Bernoulliego. Zastosowania powyższych równań w technice.	4
Ćw5	Rozwiązywanie równań różniczkowych drugiego rzędu i ich zastosowania w technice.	3
Ćw6	Rozwiązywanie układów liniowych równań różniczkowych.	3
Ćw7	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu.	3
Ćw8	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu.	3
Ćw9	Rozwiązywanie równań całkowych typu Volterra oraz Fredholma.	4
Ćw10	Kolokwia zaliczeniowe	2

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład – metoda tradycyjna lub z wykorzystaniem narzędzi multimedialnych.
N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.
N3. Konsultacje.
N4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się

F1(Wy)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	egzamin
P(Wy) – ocena z egzaminu		
F1(Ćw)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P(Ćw) – średnia ważona z ocen cząstkowych F1(Ćw); wagi ustala prowadzący		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. Żakowski i W. Leksiński, Matematyka, Cz. IV, WNT, Warszawa 2002.
- [2] M. Gewert i Z. Skoczylas, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria, przykłady, zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2006.
- [3] F. Bierski, Funkcje zespolone – Szeregi Fouriera i przekształcenie Fouriera, przekształcenie całkowe Laplace'a, przekształcenie Laurenta, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 1999.
- [4] A. Piskorek, Równania całkowe. Elementy teorii i zastosowania, WNT, Warszawa, 1997.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Muszyński, A. D. Myszkis, Równania różniczkowe zwyczajne, PWN, Warszawa 1984.
- [2] A. Palczewski, Równania różniczkowe zwyczajne, WNT, Warszawa 2004.
- [3] A. N. Tichonow, A. A. Samarski, Równania fizyki matematycznej, PWN, Warszawa 1963.
- [4] K. T. Tang, Mathematical Methods for Engineerd and Scientis 2, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.
- [5] K. T. Tang, Mathematical Methods for Engineerd and Scientis 3, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.

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

dr inż. Tomasz Grzywny, e-mail: tomasz.grzywny@pwr.edu.pl
dr Monika Muszkieta, e-mail: monika.muszkieta@pwr.edu.pl