

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, umożliwiających 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 przedsięwzięciem | 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 | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno-uczelniany 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 | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno-uczelniany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 22. | W12EIT-SM0213D | Praca dyplomowa magisterska | | | | | | 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 | | | 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 | 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. | 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 związanych/-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

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 zali- czenia | 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 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 | zajęc DN ⁵ | zajęc BU ¹ | | | ogólno-uczelniany 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 | zajęc DN ⁵ | zajęc 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 | zajęc DN ⁵ | zajęc 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 zajęc 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. Światłowodowy | 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 Współdziałanie 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 aktywności 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 Zdobyć umiejętność rozwiązywania prostych problemów z zakresu optymalizacji przy wykorzystaniu różnych metod
 C3 Rozumieć potrzebę wykorzystania metod optymalizacji w praktyce inżynierskiej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 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 Higgosa | 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 fotonicznych

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 czytniki 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 (IMIĘ, 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 (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: 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 wielodomowe, 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 mikrobelk 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 Zdobyć 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 Zdobyć umiejętności projektowania sieci komputerowych za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie wybranego programu do modelowania sieci komputerowych)
- C6 Zdobyć umiejętności modelowania przyrządów i systemów fotoniki za pomocą specjalizowanych narzędzi CAD (na przykładzie wybranego programu do modelowania łączy optycznych)
- C7 Zdobyć 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. Szewin, Podstawy Techniki Próżni, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2008
 [2] A. Hałas, Technologia Wysokiej Próżni, PWN W-wa, 1980
 [3] J. Groszkowski, Technika Wysokiej Próżni, WNT W-wa, 1978
 [4] W. Posadowski, wykład

LITERATURA 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, aktulatory 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. Mikrozwory/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. Euroensors, 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 cieczowych;
 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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL) |
|----------------------------------------------------------|

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

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

Nazwa przedmiotu w języku polskim: 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 kryształa | 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 | Bioczujniki | 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 (IMIE, 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. Ogniwa 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

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

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 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 wymiarowy i nieskończenie wymiarowy. Przykłady. | 2 |
| Wy2 | Trygonometryczne szeregi Fouriera. | 3 |
| Wy3 | Transformata Fouriera i jej podstawowe własności. Splot funkcji. | 3 |
| Wy4 | Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego. Zagadnienie początkowe dla równania I-go rzędu. Pole kierunków. Twierdzenie Picarda o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego Cauchy'ego dla równania pierwszego rzędu. | 2 |
| Wy5 | Równania różniczkowe liniowe pierwszego rzędu. Metoda czynnika całkującego. Równanie Bernoulliego. Krzywe ortogonalne. | 3 |
| Wy6 | Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu. Zagadnienia początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych II-go rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu sprowadzalne do równań różniczkowych pierwszego rzędu. | 3 |
| Wy7 | Równania różniczkowe zwyczajne liniowe drugiego rzędu jednorodnie i niejednorodnie. Metoda uzmienniania 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 (IMIE, 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