

# **PROGRAM KSZTAŁCENIA**

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

**KIERUNEK:** *Mechatronika*

**z obszaru nauk technicznych**

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

**FORMA STUDIÓW:** *stacjonarna*

**PROFIL:** *ogólnoakademicki*

**JĘZYK STUDIÓW:** *polski*

Zawartość:

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

Uchwała Rady Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki z dnia **29 września 2015 r.**

Obowiązuje od **01.10.2015 r.**

## **Efekty kształcenia dla kierunku *Mechatronika* studia II stopnia – profil ogólnoakademickim**

### Umiejscowienie kierunku w obszarze (obszarach)

Kierunek Mechatronika należy do obszaru studiów technicznych i jest powiązany z takimi kierunkami studiów jak Elektronika, Informatyka, Mechanika i Budowa Maszyn oraz Automatyka i Robotyka. Absolwenci kierunku Mechatronika posiadają wiedzę i umiejętności interdyscyplinarne umożliwiającą rozwiązywanie szczegółowych problemów interdyscyplinarnych tj. elektroniczno-informatyczno- mechanicznych na poziomie komponentów, układów i oprzyrządowania.

### Koncepcja studiów i ich powiązanie ze studiami I stopnia

Osoba ubiegająca się o przyjęcie na studia II stopnia na kierunku *Mechatronika* musi posiadać kwalifikacje I stopnia oraz kompetencje niezbędne do kontynuowania kształcenia na studiach II stopnia na tym kierunku. Kandydat powinien posiadać w szczególności następujące kompetencje:

1. wiedza i umiejętności z zakresu matematyki, fizyki, metrologii, zarządzania i inżynierii produkcji oraz zapisu w technice,
2. wiedza i umiejętności z zakresu materiałoznawstwa, mechaniki, projektowania konstrukcyjnego, układów napędowych, technologii wytwarzania, termodynamiki,
3. wiedza i umiejętności z zakresu elektrotechniki, elektroniki i optoelektroniki, sensorów i aktuatorów, mikroprocesorów i sterowników, automatyki sterowania i robotyki oraz technologii w elektronice,
4. wiedzę i umiejętności z zakresu inżynierii programowania, języków programowania, sieci i interfejsów komunikacyjnych, przetwarzania sygnałów i obrazów oraz komputerowego wspomaganie działań inżynierskich
5. wiedzę w zakresie przeglądu i zastosowań mechatroniki oraz podstawowe umiejętności projektowania mechatronicznego, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów informatyczno-elektronicznych
6. umiejętności z zakresu interpretacji, prezentacji i dokumentacji wyników eksperymentu oraz prezentacji i dokumentacji wyników zadania o charakterze projektowym
7. umiejętność korzystania z dokumentacji i literatury anglojęzycznej.

Opis efektów kształcenia dla studiów II stopnia na kierunku *Mechatronika* nie odnosi się do następujących efektów kształcenia wymienionych w opisie kwalifikacji II stopnia w obszarze kształcenia odpowiadającym obszarowi nauk technicznych;

wiedza: T2A\_W10, T2A\_W11,

Objaśnienie oznaczeń:

**K** – kierunkowe efekty kształcenia

**W** – kategoria wiedzy

**U** – kategoria umiejętności

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

**T2A** – efekty kształcenia dla kwalifikacji II stopnia w obszarze kształcenia odpowiadającym obszarowi nauk technicznych w profilu akademickim

Efekty Kształcenia na II stopniu studiów dla kierunku MTR	OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA Po zakończeniu studiów II stopnia na kierunku MTR	Odniesienie efektów kształcenia dla obszaru nauk technicznych (T)
<b>WIEDZA</b>		
Efekt kierunkowy	Treść efektu	Efekty obszarowe
K2MTR_W01	Zna zasadę działania popularnych cyfrowych interfejsów komunikacyjnych w mechatronice	T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05 T2A_W07
K2MTR_W02	Zna metodykę projektowania i oprogramowania elektronicznych systemów wbudowanych do zastosowań w mechatronice	T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05 T2A_W07
K2MTR_W03	Posiada aktualną wiedzę na temat zasady działania i metod projektowania bezbateryjnych systemów bezprzewodowych	T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05 T2A_W07
K2MTR_W04	Posiada uporządkowaną wiedzę ogólną w zakresie konstrukcji aparatury elektronicznej	T2A_W06
K2MTR_W05	Posiada szczegółową wiedzę w zakresie budowy, zasad działania i obszarów zastosowań układów mikroprocesorowych	T2A_W04 T2A_W05
K2MTR_W06	Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu diagnostyki materiałowej w elektronice	T2A_W07
K2MTR_W07	Ma wiedzę ogólną z zakresu zrealizowanych w czasie studiów kluczowych kursów, wiedzę szczegółową na temat wybranych zagadnień, a także zna trendy rozwojowe w mechatronice i dziedzinach z nią związanych	T2A_W02 T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05
K2MTR_W08	Student zrealizował pracę dyplomową bazując na zdobytej w czasie studiów wiedzy właściwej dla studiowanego kierunku <i>Mechatronika</i>	T2A_W07

K2MTR_W09	Ma wiedzę na temat procesów wytwarzania i stosowania nowoczesnych elementów i układów optoelektronicznych w mikrosystemach	T2A_W05 T2A_W07
K2MTR_W10	Zna zasady wykorzystania mikromechanizmów i mikronapędów w technice i życiu codziennym	T2A_W02 T2A_W04 T2A_W07
K2MTR_W11	Zna konstrukcję, technologię i możliwości wykorzystanie w nowoczesnej technice urządzeń mikroelektrycznych-mechaniczno-optycznych (MOEMS)	T2A_W02 T2A_W04 T2A_W07
K2MTR_W12	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie techniki światłowodowej, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania światłowodów i systemów telekomunikacji optycznej.	T2A_W03 T2A_W04 T2A_W07
K2MTR_W13	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę teoretyczną oraz praktyczną w zakresie metod i narzędzi numerycznych do modelowania i projektowania mikro i nanosystemów elektronicznych	T2A_W01 T2A_W04
K2MTR_W14	Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą teorii niezawodności w mechatronice, w tym: metod testowania i diagnostyki systemów mechatronicznych, charakterystyk i rozkładów niezawodności, estymacji parametrów niezawodności, modeli uszkodzeń	T2A_W06 T2A_W07
K2MTR_W15	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę związaną z konstrukcją, zasadami działania, właściwościami i zastosowaniem czujników chemicznych i światłowodowych w elektronice stosowanych oraz zna kierunki rozwoju zaawansowanych systemów czujnikowych	T2A_W03
K2MTR_W16	Ma uporządkowaną i poszerzoną wiedzę w zakresie konstrukcji i działania analogowych i cyfrowych układów elektronicznych oraz metod przetwarzania sygnałów, np. z systemów czujnikowych	T2A_W02
K2MTR_W17	Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zaawansowanych technologii mikroelektronicznych, procesów przyrządowych wytwarzania cienko- i grubowarstwowych elementów i układów elektronicznych oraz przetworników czujników biochemicznych, orientuje się w aktualnym stanie oraz trendach rozwojowych zaawansowanych technologii mikroelektronicznych.	T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05

K2MTR_W18	Poznanie i rozumienie obszarów zastosowań i charakterystyk układów optoelektronicznych oraz podstawowych pojęć z zakresu konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych	T2A_W04 T2A_W05
K2MTR_W19	Ma rozszerzoną wiedzę z zakresu metrologii oraz zastosowania aparatury kontrolno-pomiarowej. Zna i rozumie metody pomiaru wielkości fizycznych i charakterystyk mierzonych obiektów oraz zdalnej kontroli z wykorzystaniem tzw. aparatury wirtualnej.	T1A_W05
K2MTR_W20	Posiada wiedzę z zakresu zastosowania technologii laserowych dla wytwarzania tj. cięcie, spawanie, napawanie, etc. oraz mikroobróbka laserowa. Rozumie zasadę działania lasera, przesyłania energii optycznej i jej interakcji z materią.	T2A_W04
K2MTR_W21	Posiada wiedzę dotyczącą zarządzania przedsięwzięciami, a w szczególności projektami i zespołami interdyscyplinarnymi realizującymi projekty mechatroniczne	T2A_W08
K2MTR_W22	Ma wiedzę na temat podstawowych pojęć teorii i techniki systemów oraz zarządzania procesami operacyjnymi; ma także wiedzę na temat innowacyjnego rozwiązywania problemów, projektowania koncepcyjnego, czy reguł selekcji rozwiązań	T2A_W09
K2MTR_W23	Ma wiedzę dotyczącą budowy i zasad działania typowych układów mechatronicznych w maszynach roboczych i różnorodnych pojazdach (dźwignicach, urządzeniach magazynowych, maszynach budowlanych, górniczych, rolniczych, itp.)	T2A_W04
K2MTR_W24	Ma wiedzę z zakresu modelowania dynamiki układów mechatronicznych z uwzględnieniem definiowania elementów skończonych obiektów mechanicznych, elektrycznych, elektrohydraulicznych itp.	T2A_W04
K2MTR_W25	Ma pogłębioną wiedzę na temat rachunku prawdopodobieństwa, statystyki matematycznej oraz rozkładów probabilistycznych, szczególnie w odniesieniu do mechatroniki	T2A_W01
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
K2MTR_U01	Potrafi wybrać i skonfigurować cyfrowy interfejs komunikacyjny zgodnie z wymaganiami projektu mechatronicznego	T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U15 T2A_U16 T2A_U17 T2A_U18 T2A_U19

K2MTR_U02	Potrafi zaprojektować, oprogramować i wykonać system wbudowany będący integralną częścią systemu mechatronicznego	T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U15 T2A_U16 T2A_U17 T2A_U18 T2A_U19
K2MTR_U03	Potrafi zaprojektować i oprogramować bezprzewodowy, bezbaterijny system elektroniczny	T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U12 T2A_U15 T2A_U16 T2A_U17 T2A_U18 T2A_U19
K2MTR_U04	Potrafi krytycznie ocenić oraz wybrać odpowiednie metody diagnostyczne w odniesieniu do materiałów i technologii stosowanych w elektronice	T2A_U09 T2A_U10 T2A_U12 T2A_U18
K2MTR_U05	Potrafi dobrać oraz zaprogramować mikroprocesor lub mikrosterownik na potrzeby realizacji specjalistycznego projektu mechatronicznego	T2A_U08 T2A_U12
K2MTR_U06	Potrafi przedstawiać wyniki własnych badań, pozyskiwać i analizować informacje z literatury przedmiotu, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł; prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku Mechatronika	T2A_U03 T2A_U07

K2MTR_U07	Potrafi tworzyć teksty techniczne („Praca dyplomowa”) i prezentacje multimedialne, przedstawiając wyniki własnych badań, pozyskiwać i analizować dane z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Mechatronika; krytycznie analizuje, a także ocenia dotychczasowe rozwiązania techniczne i proponuje nowe	T2A_U01 T2A_U03 T2A_U05 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U11 T2A_U16 T2A_U17 T2A_U19
K2MTR_U08	Potrafi zaprojektować i wykorzystać mikrosystem z elementami optoelektronicznymi i ocenić jego możliwości funkcjonalne, a także zaproponować ulepszenia	T2A_U12 T2A_U16
K2MTR_U09	Dokonuje prawidłowego doboru mikromaszyn i mikronapędów do zastosowań praktycznych	T2A_U08 T2A_U11 T2A_U12
K2MTR_U10	Potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy, posłużyć się właściwie dobranymi przyrządami i systemami pomiarowymi, oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów	T2A_U08 T2A_U11 T2A_U12
K2MTR_U11	Dokonuje prawidłowego doboru MOEMS-ów do zastosowań praktycznych	T2A_U08 T2A_U11 T2A_U12
K2MTR_U12	Potrafi projektować, uruchamiać i testować elektroniczne układy analogowe, potrafi sporządzić kosztorys projektu, zna zasady BHP	T2A_U08 T2A_U11 T2A_U13 T2A_U14
K2MTR_U13	Zna i stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracy z laserami i włóknami światłowodowymi. Potrafi obsługiwać podstawową aparaturę pomiarową i montować systemy pomiarowe w zakresie techniki światłowodowej.	T2A_U07 T2A_U18
K2MTR_U14	Potrafi korzystać z odpowiednich metod i narzędzi numerycznych do wspomagania prac inżynierskich w dziedzinie projektowania mikro i nanosystemów elektronicznych (np. Ansys, FlexPDE, Material Studio, itp.)	T2A_U08 T2A_U09



K2MTR_U15	Potrafi rozwiązywać zagadnienia dotyczące niezawodności systemów mechatronicznych, w tym: obliczania charakterystyk i parametrów niezawodnościowych z wykorzystaniem danych pomiarowych, planowania sposobów testowania i diagnostyki	T2A_U18
K2MTR_U16	Potrafi zaprojektować wybrane czujniki chemiczne i światłowodowe oraz opracować założenia dot. ich konstrukcji oraz parametrów użytkowych. Potrafi zastosować odpowiednie konstrukcje w projektowanych systemach czujnikowych	T2A_U10
K2MTR_U17	Potrafi ocenić, porównać ze względu na parametry opisujące układ scalony analogowe i cyfrowe oraz dokonać analizy ich pracy w różnych zastosowaniach. Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych rozwiązań dotyczących zarówno układów jak i metod przetwarzania sygnałów.	T2A_U10 T2A_U18
K2MTR_U18	Student potrafi zaprojektować proces technologiczny wytwarzania wybranych elementów i układów półprzewodnikowych i w technice grubowarstwowej, potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.	T2A_U12
K2MTR_U19	Umiejętność doboru techniki i potrzebnych danych do wykonania zadania projektowego oraz samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych	T2A_U09 T2A_U14 T2A_U18
K2MTR_U20	Potrafi korzystać z wirtualnej aparatury kontrolno-pomiarowej oraz potrafi zestawić oraz skonfigurować odpowiednie wirtualne systemy kontrolno-pomiarowe w praktyce inżynierskiej.	T2A_U11
K2MTR_U21	Potrafi obsłużyć, sparametryzować i zbadać wynik działania oprzyrządowania mechatronicznego w różnych technologiach wytwórczych	T2A_U08 T2A_U09
K2MTR_U22	Posiada umiejętność doboru parametrów wiązki laserowej do zadanego procesu, potrafi postępować ze specjalistycznym oprzyrządowaniem wykorzystywanym w procesach obróbki laserowej	T2A_U12
K2MTR_U23	Potrafi analizować budowę i zasady działania różnorodnych układów mechatronicznych stosowanych w maszynach roboczych i różnorodnych pojazdach, potrafi zaplanować i przeprowadzić ich badania eksperymentalne	T2A_U08
K2MTR_U24	Potrafi przeprowadzać komputerową symulację pracy układu hydraulicznego, analizować procesy dynamiczne. Potrafi analizować i budować układy hydrotroniczne.	T2A_U09
K2MTR_U25	Potrafi modelować układy mechatroniczne w profesjonalnych systemach do wirtualnego prototypowania (CAD, MBS, MES),przeprowadzić obliczenia statyczne i dynamiczne w zakresie liniowym i nieliniowym	T2A_U09

K2MTR_U26	Zna specjalnościowy język obcy na poziomie średnio-zaawansowanym (B2+); potrafi porozumiewać się (ustnie i na piśmie) w środowisku zawodowym, zna więcej niż jeden język obcy.	T2A_U02 T2A_U03 T2A_U04 T2A_U06
K2MTR_U27	Rozumie i potrafi stosować w praktyce mechatronicznej podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej	T2A_U08 T2A_U09 T2A_U11 T2A_U18
<b>KOMPETENCJE</b>		
K2MTR_K01	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, współdziałać i pracować w grupie, rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się; analizuje podejmowane decyzje w aspekcie oddziaływania na środowisko oraz związane z tym dylematy	T2A_K01 T2A_K02 T2A_K03 T2A_K05 T2A_K06
K2MTR_K02	Potrafi pracować samodzielnie oraz w zespole, przyjmując w niej różne role	T2A_K03 T2A_K04 T2A_K06
K2MTR_K03	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	T2A_K03
K2MTR_K04	Planuje swoje działania w sposób kreatywny, określa priorytety i kolejność działań	T2A_K04 T2A_K06
K2MTR_K05	Rozumie potrzebę poznawania i wykorzystywania nowych technik i technologii oraz potrafi określać cele i przewidywać skutki w podejmowanych pracach eksperymentalnych oraz pracuje samodzielnie i w zespole	T2A_K01 T2A_K02 T2A_K03
K2MTR_K06	Uwzględnia konieczność stosowania metod numerycznych w procesie projektowania systemów elektronicznych	T2A_K06
K2MTR_K07	Dostrzega aspekty związane z niezawodnością systemów mechatronicznych oraz statystyczną prezentacją danych pomiarowych w różnych dziedzinach praktyki inżynierskiej	T2A_K06
K2MTR_K08	Rozumie potrzebę ustawicznego kształcenia się oraz rozumie zasadę działania systemów czujnikowych i konieczność ich zastosowania w systemach diagnostycznych i kontrolnych.	T2A_K07
K2MTR_K09	Prawidłowo identyfikuje, rozwiązuje i wdraża, współdziałając w grupie, wiedzę z zakresu projektowania i stosowania układów elektronicznych.	T2A_K01 T2A_K03

K2MTR_K10	Student ma zrozumienie wpływu stosowanych technologii na środowisko i jest świadom związanych z tym ograniczeń.	T2A_K02
K2MTR_K11	Rozwinięcie umiejętności działania w grupie, przy jednoczesnym braniu odpowiedzialności za wyniki własnych działań	T2A_K02 T2A_K03
K2MTR_K12	Dostrzega pozytywne aspekty stosowania wirtualnej aparatury kontrolno-pomiarowej w praktyce inżynierskiej	T2A_K07
K2MTR_K13	Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera-mechatronika, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	T2A_K02
K2MTR_K14	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	T2A_K04
K2MTR_K15	Potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury, samodzielnie zdobywać wiedzę, pracuje systematycznie i samodzielnie poszerzając swoje umiejętności; potrafi pracować zespołowo	T2A_K01 T2A_K03
K2MTR_K16	Ma przekonanie, że świadome i systematyczne uprawianie różnych form aktywności ruchowych, w czasie studiów oraz po ich zakończeniu, prowadzi do poprawy jakości życia	T2A_K01 T2A_K03
K2MTR_K17	Uczestnicząc w grupowych formach aktywności ruchowej, potrafi współpracować w zespole, dostosowując się do określonych przepisów i reguł, zachowując zasady fair play	T2A_K03

## PROGRAM STUDIÓW

## 1. Opis

<p>Liczba semestrów:</p> <p><b>3</b></p>	<p>Liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji:</p> <p><b>90</b></p>
<p>Wymagania wstępne:</p> <p>1. O kolejności przyjęć decyduje wskaźnik rekrutacyjny <math>W_{II}</math>.</p> <p>2. Na studia przyjmowani są absolwenci studiów pierwszego stopnia na kierunku Mechatronika lub kierunków pokrewnych z tytułem zawodowym inżyniera lub magistra inżyniera (dowolnego kierunku z listy kierunków pokrewnych): automatyka i robotyka, elektronika i telekomunikacja, elektronika, telekomunikacja, elektrotechnika, energetyka, fizyka, fizyka techniczna, informatyka, inżynieria biomedyczna, inżynieria materiałowa, matematyka, mechatronika, mechanika i budowa maszyn, teleinformatyka</p> <p><b>Wskaźnik rekrutacyjny</b>     <math>W_{II} = D \times 10 + RK + OD</math></p> <p><b>D</b> - Ocena na dyplomie</p> <p><b>RK</b> - Rozmowa kwalifikacyjna</p> <p>Wydział zastrzega sobie prawo do rozmowy kwalifikacyjnej w przypadku liczby kandydatów przekraczającej przyjęte limity miejsc.</p> <p>Przy rezygnacji z rozmowy kwalifikacyjnej wartość RK jest równa zero.</p> <p><b>OD</b> - Ocena dorobku</p> <p>Ocena dorobku nie będzie przeprowadzana – <math>OD = 0</math></p>	<p>Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy: <b>magister inżynier</b></p> <p>kwalifikacje II stopnia</p>
<p>Możliwość kontynuacji studiów:</p> <p><b>Absolwent jest przygotowany do podjęcia studiów III stopnia</b></p>	<p>Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:</p> <p><b>Absolwent studiów II stopnia kierunku Mechatronika posiada</b></p>

wykształcenie, osiągnięte na I stopniu studiów, obejmujące w zasadzie wiedzę i umiejętności z zakresu elektroniki, optoelektroniki, informatyki oraz mechaniki i budowy maszyn. Jest przygotowany do pracy w interdyscyplinarnych zespołach projektowych, prowadzenia badań i kontynuowania kształcenia na studiach III stopnia. Absolwent kończący studia II stopnia na kierunku Mechatronika:

- posiada wiedzę i umiejętności umożliwiające stosowanie nowoczesnych, innowacyjnych urządzeń elektronicznych, optoelektronicznych oraz mikrosystemowych,
- posiada wiedzę z zakresu zastosowania elementów aparatury kontrolno-pomiarowej w układach sterowania i układach automatycznej regulacji,
- biegle posługuje się i korzysta ze współczesnych narzędzi informatycznych (komunikacja wewnętrzny, systemy wbudowane, modelowanie i oprogramowywanie procesów wytwórczych oraz mikrosterowników),
- potrafi zaprojektować, współuczestniczyć i nadzorować procesy wytwarzania oraz korzystać z zautomatyzowanej aparatury kontrolno-pomiarowej w zakresie mechatroniki,
- zna specjalnościowy język obcy na poziomie średniozaawansowanym.

Absolwent może pracować w małych/średnich firmach i przedsiębiorstwach o szerokim profilu produkcyjnym (elektronicznym, mechanicznym, mechatronicznym, elektrycznym i podobnych), instytucjach naukowo-technicznych oraz zespołach projektowo-konstrukcyjnych. Ponadto może pracować w punktach serwisowo-usługowych, zakładach eksploatujących i serwisujących maszyny i urządzenia mechatroniczne.

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

Politechnika Wroclawska jest akademicką, autonomiczną uczelnią publiczną działającą od roku 1945, obecnie na podstawie ustawy z dnia 27.07.2005 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym” oraz Statutu Uczelni. O przyszłości PWr, a zatem również Wydziału Elektroniki i Fotoniki decydować będzie czy i w jakim zakresie podjęte zostaną wyzwania związane ze zmianami zachodzącymi na rynku kształcenia i badań naukowych. Posłannictwem PWr jest kształtowanie twórczych, krytycznych i tolerancyjnych osobowości studentów i doktorantów oraz wytyczanie kierunków rozwoju nauki i techniki. Uczelnia, w służbie społeczeństwu, realizuje swoją misję poprzez: inwencję i innowacje, najwyższe standardy w badaniach naukowych, przekazywanie wiedzy, wysoką jakość kształcenia oraz swobodę krytyki z poszanowaniem prawdy. Politechnika Wroclawska, jako wspólnota akademicka jest otwarta dla wszystkich, pielęgnuje wartości i tradycje uniwersyteckie, wszechstronną współpracę z innymi uczelniami oraz zabiega o poczesne miejsce w gronie uniwersytetów Europy i świata.

Misja uczelni przedstawiona w Planie Rozwoju PWr określa, że kluczowymi zagadnieniami o charakterze priorytetowym w obszarze działania uczelni,

sq: organizacja infrastruktury, działalność naukowo-badawcza oraz nauczanie. W zakresie nauczania w Planie Rozwoju PWr zbiór kluczowych zagadnień obejmuje:

- system elitarnego kształcenia,
- jakość kształcenia,
- kształcenie w językach obcych,
- mobilność studentów i doktorantów,
- kształcenie na odległość.

Misja wraz z Planem Rozwoju PWr stanowią STRATEGIĘ PWr, wpisującą się w cele strategiczne opracowane/określone dla Strategii Dolnego Śląska. Jednym z nich jest cel nr 8 Strategii DŚl – Podniesienie poziomu edukacji, Kształcenie ustawiczne. W zakresie edukacji celami strategicznymi PWr są:

- Skorelowanie działalności uczelni z potrzebami rynku,
- Podniesienie poziomu jakości kształcenia poprzez interdyscyplinarność dydaktyczną,
- Internacjonalizacja studiów,
- Podniesienie jakości studiowania przez stymulowanie przedsiębiorczości wśród studentów i doktorantów oraz zwiększenie ich zaangażowania w procesy badawcze,
- Podniesienie atrakcyjności kształcenia przez rozbudowę i modernizację infrastruktury dydaktycznej i naukowo-badawczej z uwzględnieniem osób niepełnosprawnych,
- Rozszerzenie oferty studiów podyplomowych i kursów specjalistycznych reagujących na zapotrzebowanie regionu.

Mając na uwadze przedstawioną w Planie Rozwoju PWr misję uczelni i cele strategiczne, opracowany Plan Rozwoju Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki PWr z jednej strony zarysowuje pożądany model docelowy Wydziału, z drugiej przedstawia konkretne projekty podejmowane i realizowane obecnie, które stan ten przybliżają.

Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki (WEMiF), utworzony w roku 2001 a funkcjonujący od 01-01-2002 roku, jest jedną z jednostek podstawowych PWr, istotnych w realizacji i łączeniu wysokich kompetencji teoretycznych, badawczych i eksperckich Uczelni z kompetencjami dydaktycznymi i wychowawczymi. WEMiF jest czołowym ośrodkiem naukowym i dydaktycznym w Polsce w zakresie elektroniki i dyscyplin pokrewnych (telekomunikacja, mechatronika, inżynieria materiałowa, inżynieria biomedyczna, nanotechnologia), znanym także poza granicami Polski. Na Wydziale dominują badania technologiczne i projektowe związane z **mikro- i nanoelektroniką, mikro- i nanosystemami** oraz **mikro- i nanofotoniką** oraz **mechatroniką**. Ta tematyka badawcza przekłada się na realizowany profil kształcenia, szczególnie na II i III stopniu. Profil kształcenia uzupełniają prowadzone centralnie dla całej społeczności studenckiej PWr nauki humanistyczne i społeczne, które ugruntowują cywilizacyjnie edukację inżynierów.

Wydział obecnie prowadzi następujące kierunki kształcenia: kierunek **Elektronika i telekomunikacja - I stopień** (specjalności **Inżynieria elektroniczna i fotoniczna** oraz **Elektronika cyfrowa**), kierunek **Elektronika i telekomunikacja - II stopień** (specjalności **Optoelektronika i technika światłowodowa, Mikrosystemy** i anglojęzyczna **Electronics, Photonics, Microsystems**) – kierunek z oceną wyróżniającą Państwowej Komisji Akredytacyjnej (listopad 2009) i mianem najlepszego kierunku studiów (tytuł przyznany decyzją Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (lipiec 2012), kierunek **Mechatronika – I stopień** (międzywydziałowe studia I stopnia – współpraca z **Wydziałem Mechanicznym** i **Wydziałem Elektrycznym**).

W perspektywie roku 2020 Wydział planuje prowadzić samodzielnie lub we współpracy z innymi jednostkami podstawowymi PWr następujące kierunki studiów: **Elektronika – I i II stopień** (II stopień ukierunkowany na **mikro- i nanoinżynierię**), **Optoelektronika** (ewentualnie **Fotonika**) – **I i II stopień**, **Mechatronika – I i II stopień**, **Inżynieria Materiałowa – I stopień** oraz w zakresie swoich kompetencji dydaktycznych studia podyplomowe i studia III

wieku.

WEMIF prowadzi aktywną i systematyczną akcję pozyskiwania uzdolnionych maturzystów na studia I stopnia. Współpracuje w tym celu z liceami i innymi szkołami regionu Polski południowo-zachodniej i nie tylko (konkurs ELEKTRON). Prezentuje się na targach edukacyjnych, zamieszcza ogłoszenia w informatorach drukowanych i internetowych dla maturzystów, aktywnie uczestniczy w festiwalach nauki, posiada przyciągającą uwagę stronę internetową, prowadzi otwarte zajęcia laboratoryjne dla uczniów szkół średnich. Nie zaniedbuje też osobistych kontaktów pracowników z ich szkołami średnimi.

Wydział zabiega o ponadregionalną rekrutację w zakresie studiów II i III stopnia. Współpracuje w tym celu ze szkołami wyższymi otoczenia (np. państwowymi wyższymi szkołami zawodowymi), które kształcą inżynierów w zakresie I stopnia.

WEMIF stawia na interaktywne, dyskursywne i eksperymentalne kształtowanie umiejętności swoich studentów. Wydział kształci specjalistów i innowatorów, uwzględniając indywidualne możliwości studentów. Dostarcza umiejętności zwiększających konkurencyjność na rynku pracy i uczy kooperacji. Zapewnia stymulujące intelektualnie warunki studiów, w tym kontakty międzynarodowe. Śledzi ewolucję wydziałów zbliżonych tematycznie w świecie, adaptując sensowne rozwiązania do swojej specyfiki. Ten filar rozwoju odnoszący się do kompetencji dydaktycznych uzupełniają dodatkowo: potencjał badawczy, sprawność biznesowa oraz zakorzenienie regionalne. Są to zasadnicze filary rozwoju wydziału, istotne dla użyteczności wydziału dla otoczenia. Realizowane na wydziale programy studiów harmonizują proporcje wiedzy bezpośrednio przydatnej zawodowo, wiedzy umożliwiającej późniejsze adaptacje zawodowe oraz wiedzy kształtującej racjonalny obraz świata. Osiąganie umiejętności praktycznych oraz kompetencji społecznych możliwe jest dzięki bardzo dobrze zorganizowanym i wyposażonym laboratoriom studenckim, a także badawczym, do których studenci mają dostęp (wiele nowej infrastruktury dydaktycznej jest zlokalizowanej w obiektach dydaktycznych przy ul. Długiej 61/65 – bud. M-4, M-6 bis i M-11). Przykłada się przy tym uwagę na wszechstronne wykorzystanie potencjału technologii informatycznych (w tym m.in. e-learningu i nowych metod i technologii kształcenia). Studenci mogą też korzystać z laboratoriów dydaktycznych poza godzinami zajęć (już obecnie takie możliwości są stworzone w wydziałowym laboratorium otwartym (bud. M-6 bis), będącym aktualną wizytówką dydaktyczną Wydziału). Koła naukowe oferują studentom możliwość realizacji ambitnych pomysłów oraz sprawdzenia swoich możliwości w twórczym rozwiązywaniu problemów praktycznych (koła lub indywidualni studenci są zapraszani do twórczego udziału w realizacji projektów badawczych).

Studenci Wydziału, podobnie jak wszyscy studenci Uczelni, mają zapewnione dobre przygotowanie językowe, odnoszące się również do studiowanego kierunku, wg reguły: język obcy plus angielski (traktowany jako język drugi, nie obcy). W ramach Uczelnianego Systemu Oceny Jakości Kształcenia Wydziałowa Komisja ds. Zapewniania i Oceny Jakości Kształcenia prowadzi ocenę jakości kształcenia. Dodatkowo, z uwagi na bardzo korzystne relacje, jeśli idzie o liczbę studentów przypadających na jednego nauczyciela akademickiego, w większym stopniu niż na wydziałach (kierunkach) masowych, wykorzystuje się do celu oceny jakości kształcenia interpersonalne kontakty ze studentami oraz relacje mistrz-uczeń.

WEMIF stwarza godne warunki do działalności Wydziałowego Samorządu Studenckiego, udostępnia mu bazę lokalową i dofinansowuje (w ramach działalności celowej) niektóre inicjatywy i imprezy studenckie. Szczególną opieką otacza studencki ruch turystyczny (w tym połączone z wyjazdami formy działań dydaktycznych).

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

*Dziedzina: nauki techniczne*

*Dyscyplina: elektronika, automatyka i robotyka, informatyka*

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

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

*Zdobytą wiedzę podstawową jak i wiedzę szczegółową dotyczącą dziedziny winna być na tyle szeroka, by absolwent kierunku mógł samodzielnie oraz w ramach ustawicznego kształcenia dostosowywać swoje kompetencje do zmieniających się warunków i wyzwań, jakie staną przed nim w czasie kilkudziesięcioletniej kariery zawodowej. Takie oczekiwania mają pracodawcy wdrażający nowoczesną organizację pracy i innowacyjne technologie w swoich firmach. Przypisane kursom efekty, osiągnięte podczas procesu kształcenia, zapewnią, zgodnie z oczekiwaniami przyszłych pracodawców posiadanie przez absolwenta wiedzy o trendach rozwojowych oraz nowych, wdrożonych w ostatnim czasie osiągnięciach nie tylko w obszarze mechatroniki, elektroniki, optoelektroniki, fotoniki, informatyki, ale też w dziedzinach takich jak medycyna czy ochrona środowiska.*

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

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



Mając na względzie powyższe uwagi WEMiF ułatwia organizowanie specjalnych kursów prowadzonych przez specjalistów i praktyków spoza Uczelni oraz stwarza warunki do kontaktu z takimi osobami w ramach kursów regularnych. Wydział sprzyja wyborowi tematów prac dyplomowych magisterskich, które wiążą się z potrzebami przedsiębiorstw z zakresu elektroniki (w szczególności mikroelektroniki, mikrosystemów i optoelektroniki, telekomunikacji i mechatroniki). Na podstawie umów dwustronnych zawieranych z przedsiębiorcami studenci mają możliwość wykonywania prac dyplomowych pod opieką promotora z PWr oraz opiekuna z przedsiębiorstwa. W procesie nauczania kształtuje się kompetencje interpersonalne, niezbędne do pracy w grupie oraz umiejętności potrzebne do kierowania zespołami ludzkimi i zarządzania projektami. W końcowej fazie studiów wydział sprzyja bezkonfliktowemu łączeniu nauki z pracą zawodową.

## 4. Lista modułów kształcenia

### 4.1. Lista modułów obowiązkowych

#### 4.1.1 Lista modułów kształcenia ogólnego

#### 4.1.2 Lista modułów z zakresu nauk podstawowych

##### 4.1.2.1 Moduł *Matematyka*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	MAP001403W	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	1					K2MTR_W25 K2MTR_K15	15	30	1	0,6	T	Z	O		PD	Ob
2	MAP001403P	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa				1		K2MTR_U27 K2MTR_K15	15	60	2	1,4	T	Z	O	P	PD	Ob
Razem			1			1			30	90	3	2						

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

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
1			1		30	90	3	2

## 4.1.3 Lista modułów kierunkowych

### 4.1.3.1 Moduł *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> k kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	MCD021001W	Mikromechanizmy i mikronapędy	2					K2MTR_W10	30	30	1	0,6		E			K	Ob
2	MCD021001L	Mikromechanizmy i mikronapędy			1			K2MTR_W10 K2MTR_U09 K2MTR_U10 K2MTR_K03	15	60	2	1,4		Z		P	K	Ob
3	MCD021002W	Zaawansowane technologie mikroelektroniczne	2					K2MTR_W17 K2MTR_K10	30	30	1	0,6		Z			K	Ob
4	MCD021002L	Zaawansowane technologie mikroelektroniczne			1			K2MTR_U18 K2MTR_K10	15	60	2	1,4		Z		P	K	Ob
5	MCD021003W	Optoelektronika stosowana	1					K2MTR_W09	15	30	1	0,6		E			K	Ob
6	MCD041003L	Optoelektronika stosowana			1			K2MTR_U08 K2MTR_K05	15	30	1	0,7		Z		P	K	Ob
7	MCD021004W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					K2MTR_W18	15	30	1	0,6		Z			K	Ob
8	MCD021004P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1		K2MTR_U19 K2MTR_K11	15	60	2	1,4		Z		P	K	Ob
9	MCD021005W	Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej	1					K2MTR_W04 K2MTR_K10 K2MTR_K14	15	30	1	0,6		Z			K	Ob
10	MCM021006W	Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych	1					K2MTR_W24	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
11	MCM021006L	Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych			1			K2MTR_U23 K2MTR_U24 K2MTR_U25	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	Ob
12	MCD022001W	Technika światłowodowa	1					K2MTR_W12	15	30	1	0,6	T	E			K	Ob
13	MCD022001L	Technika światłowodowa			1			K2MTR_U13 K2MTR_K03	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	Ob
14	MCD022002W	Czujniki chemiczne i światłowodowe	1					K2MTR_W15 K2MTR_K08	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
15	MCD022002L	Czujniki chemiczne i światłowodowe			2			K2MTR_U16 K2MTR_K08	30	90	3	2,1	T	Z		P	K	Ob
16	MCD042003W	MOEMSy	1					K2MTR_W11	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
17	MCD022003L	MOEMSy			2			K2MTR_U10 K2MTR_U11 K2MTR_K03	30	90	3	2,1	T	Z		P	K	Ob
18	MCD022004W	Nowoczesna diagnostyka materiałowa	2					K2MTR_W06	30	60	2	1,4	T	E			K	Ob

19	MCD022004L	Nowoczesna diagnostyka materiałowa			3				K2MTR_U04 K2MTR_K03	45	120	4	2,8	T	Z		P	K	Ob
20	MCD023001W	Niezawodność w mechatronice	1						K2MTR_W14 K2MTR_K07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
21	MCD023001C	Niezawodność w mechatronice		1					K2MTR_U15 K2MTR_K07	15	60	2	0,7	T	Z		P	K	Ob
22	MCM021203W	Technologie laserowe	1						K2MTR_W20	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
23	MCM021203L	Technologie laserowe			1				K2MTR_U21 K2MTR_U22 K2MTR_K13	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	Ob
Razem			1 5	1	1 3	1	0			450	1050	35	22,7						

### Razem dla modułów kierunkowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
15	1	13	1	0	450	1050	35	22,7

## 4.2 Lista modułów wybieralnych

### 4.2.1 Lista modułów kształcenia ogólnego

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

L. P.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
	<b>MCM023001BK</b>	<b>Zarządzanie</b>	2						<b>30</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>1,8</b>						
1	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2					K2MTR_W21 K2MTR_W22	30	9	3	1,8	T	Z			KO	W
2	MCM023002W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2					K2MTR_W21 K2MTR_W22	30	30	3	1,8	T	Z			KO	W
Razem			2	0	0	0	0		30	90	3	1,8						

#### 4.2.1.2 Moduł *Języki obce*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1		Język obcy B2+		1				15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W	
2		Język obcy A1/A2		3				45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W	
		Razem	0	4	0	0	0	60	90	3	2,1							

#### 4.2.1.2 Moduł *Zajęcia sportowe*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	FWW00000BK	Zajęcia sportowe		1				15	30	1	1	T	Z	O	P	KO	W	
		Razem	0	1	0	0	0	15	30	1	1							

#### Razem dla modułów kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
0	5	0	0	0	105	210	7	

## 4.2.3 Lista modułów kierunkowych

### 4.2.3.1 Moduł *Przedmioty wybieralne kierunkowe*

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
	<b>MCD021001BK</b>	<b>Laboratorium otwarte</b>																
1	MCD021006L	Laboratorium otwarte			2			K2MTR_U12 K2MTR_K03 K2MTR_K04	30	60	2	1,4		Z		P	K	W
	<b>MCD021002BK</b>	<b>Systemy bezbaterijne i bezbaterijne</b>																
2	MCD021007W	Bezbaterijne sieci układów bezbaterijnych	2					K2MTR_W03 K2MTR_K01	30	60	2	1,2		Z			K	W
3	MCD021007L	Bezbaterijne sieci układów bezbaterijnych			2			K2MTR_U03 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W
4	MCD021008W	Projektowanie bezbaterijnych układów elektronicznych	2					K2MTR_W03 K2MTR_K01	30	60	2	1,2		Z			K	W
5	MCD021008P	Projektowanie bezbaterijnych układów elektronicznych				2		K2MTR_U03 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W
	<b>MCD021003BK</b>	<b>Cyfrowe interfejsy komunikacyjne</b>																
6	MCD021009W	Interfejsy cyfrowe w elektronice	1					K2MTR_W01 K2MTR_K01	15	30	1	0,6		E			K	W
7	MCD021009L	Interfejsy cyfrowe w elektronice			2			K2MTR_U01 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W
8	MCD021010W	Cyfrowa wymiana danych w elektronice	1					K2MTR_W01 K2MTR_K01	15	30	1	0,6		E			K	W
9	MCD021010P	Cyfrowa wymiana danych w elektronice				2		K2MTR_U01 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W
	<b>MCD021004BK</b>	<b>Sygnały i układy elektroniczne</b>																
10	MCD021011W	Układy przetwarzania sygnałów	1					K2MTR_W16	15	30	1	0,6		Z			K	W
11	MCD021011L	Układy przetwarzania sygnałów			2			K2MTR_U17 K2MTR_K03 K2MTR_K09	30	60	2	1,4		Z		P	K	W

12	MCD021012W	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów	1					K2MTR_W16	15	30	1	0,6		Z			K	W
13	MCD021012P	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów				2		K2MTR_U17 K2MTR_K03 K2MTR_K09	30	60	2	1,4		Z		P	K	W
	<b>MCD022001BK</b>	<b>Wirtualna aparatura kontrolna i sterująca</b>																
14	MCD022005W	Wirtualne przyrządy pomiarowe	1					K2MTR_W19	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
15	MCD022005L	Wirtualne przyrządy pomiarowe			2			K2MTR_U20 K2MTR_K03 K2MTR_K12	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	W
16	MCD022006W	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych	1					K2MTR_W19	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
17	MCD022006P	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych				2		K2MTR_U20 K2MTR_K03 K2MTR_K12	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	W
	<b>MCD022002BK</b>	<b>Mikroprocesory i mikrosterowniki</b>																
18	MCD022007W	Komunikacja w mikrokontrolerach	1					K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
19	MCD022007L	Komunikacja w mikrokontrolerach			1			K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W
20	MCD022008W	Sterowanie mikroprocesorowe	1					K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
21	MCD022008P	Sterowanie mikroprocesorowe				1		K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W
	<b>MCD022004BK</b>	<b>Systemy wbudowane w elektronice</b>																
22	MCD022011W	Zastosowania systemów wbudowanych w elektronice	2					K2MTR_W02 K2MTR_K01	30	60	2	1,2	T	Z			K	W
23	MCD022011L	Zastosowania systemów wbudowanych w elektronice			2			K2MTR_U02 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	90	2	1,4	T	Z		P	K	W
24	MCD022012W	Projektowanie systemów wbudowanych w elektronice	2					K2MTR_W02 K2MTR_K01	30	60	2	1,2	T	Z			K	W
25	MCD022012P	Projektowanie systemów wbudowanych w elektronice				2		K2MTR_U02 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	90	2	1,4	T	Z		P	K	W
	<b>MCD023001BK</b>	<b>Metody modelowania numerycznego</b>	<b>1</b>		<b>1</b>				<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>1,3</b>						

26	MCD023004W	Modelowanie mikrosystemów	1						K2MTR_W13 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
27	MCD023004L	Modelowanie mikrosystemów			1				K2MTR_U14 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W
28	MCD023005W	Modelowanie nanosystemów	1						K2MTR_W13 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
29	MCD023005L	Modelowanie nanosystemów			1				K2MTR_U14 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W
Razem			9		1 0	4					750	25	16,5						

#### Razem dla modułów kierunkowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>3</sup>
w	ć	l	p	s				
11		10	4		375	750	25	16,5

#### 4.2.4.2 Moduł *Praca dyplomowa*

L.p.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	MCD023002S	Seminarium dyplomowe					2	K2MTR_W07 K2MTR_U06 K2MTR_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
2	MCD023006D	Praca dyplomowa magisterska						K2MTR_W08 K2MTR_U07 K2MTR_K02	180	600	18	12,6	T	Z		P	K	W
Razem					1 2				210	660	20	14						

### Razem dla modułu praca dyplomowa:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
	12			2	210	600	20	14

### 4.2 Moduł praktyk

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

### 4.3 Moduł praca dyplomowa

Typ pracy dyplomowej	magisterska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	20	MCD043003D
Charakter pracy dyplomowej		
Literaturowa, projekt, program komputerowy, itp.....		
Liczba punktów ECTS BK <sup>1</sup>	Studenci Wydziału na kierunku Mechatronika w zbiorze przygotowanych do wyboru tematów magisterskich prac dyplomowych mają do wyboru prace dyplomowe o charakterze: <ul style="list-style-type: none"> <li>- analitycznym, (Analiza np. numeryczna, właściwości)</li> <li>- technologicznym, (np. Wykonanie mikrosystemowego układu...)</li> <li>- projektowym, (np. Projekt czujnika gazu)</li> <li>- konstrukcyjnym, (np. Konstrukcja mikroaktuatora do zastosowania w ...)</li> <li>- użytkowym, (np. Ocena przydatności...)</li> <li>- aplikacyjnym, (np. Zastosowanie mikrosterowników w ...)</li> <li>- badawczym, (np. Badanie ,charakteryzacja)</li> <li>- przeglądowym (np. Stan wiedzy dot. systemów bezbaterijnych)</li> </ul>	
14		



### 5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia
wykład	egzamin, kolokwium
ćwiczenia	odpowiedź ustna, test, kolokwium
laboratorium	odpowiedź ustna, „wejściówka”, wykonywanie ćwiczenia, sprawozdanie (protokół) z laboratorium
projekt	oceny cząstkowe, obrona projektu
seminarium	udział w dyskusji, prezentacja multimedialna tematu
praktyka	ocena pracodawcy, sprawozdanie z praktyki
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa, prezentacja zagadnień na seminarium dyplomowym, recenzja, obrona pracy

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

59,9 ECTS

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

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	3
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	3

**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	30
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	38
Łączna liczba punktów ECTS	68

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

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

### **11. Zakres egzaminu dyplomowego**

1. Technologia i zastosowanie mikromaszyn LIGA
2. Mikromaszyny zero-energetyczne
3. Grubowarstwowe czujniki ciśnienia
4. Metody łączenia ceramiki LTCC z innymi materiałami
5. Zastosowanie warstw DLC i ND w elementach elektronicznych
6. Rodzaje nowoczesnych podłoży półprzewodnikowych i ich zastosowania
7. Przedstawić techniki litograficzne stosowane do wytwarzania elementów elektronicznych
8. Klasyfikacja i zastosowanie specjalizowanych źródeł promieniowania
9. Klasyfikacja i zastosowanie specjalizowanych detektorów promieniowania
10. Nowoczesne wskaźniki optoelektroniczne - budowa i zastosowanie
11. Metody i systemy wyświetlania informacji alfanumerycznej i graficznej (w tym wielkoformatowe)

12. Metody i systemy zasilania i sterowania laserów półprzewodnikowych i diod LED
13. Wymienić i krótko scharakteryzować programy komputerowe służące do projektowania i analizy układów elektronicznych i optoelektronicznych
14. Wymienić i krótko scharakteryzować poszczególne etapy projektowania urządzeń optoelektronicznych
15. W jaki sposób realizuje się sterowanie położeniem paneli słonecznych?
16. W jaki sposób zrealizować zdalny pomiar temperatury w przodku kopalni, w środowisku wybuchowym i o dużym poziomie zakłóceń przemysłowych?
17. Jaka jest istota proekologicznego projektowania (eko-projektowania) aparatury elektronicznej?
18. Co należy rozumieć przez określenie „kompatybilność elektromagnetyczna aparatury elektronicznej”; jakie rodzaje zakłóceń elektromagnetycznych należy brać pod uwagę?
19. Na czym polega system modułowy budowy aparatury elektronicznej?
20. Scharakteryzować źródła energii stosowane w bezbateryjnych, bezprzewodowych systemach elektronicznych
21. Omówić charakterystyczne cechy mikrokontrolerów bardzo małej mocy pod kątem ich zastosowań w układach bezbateryjnych
22. Porównać dwa wybrane standardy komunikacji bezprzewodowej małej mocy stosowane w układach bezbateryjnych
23. Wymienić i scharakteryzować interfejsy cyfrowe powszechnie stosowane w elektronice
24. Wymienić stosy protokołów związane z użyciem zaawansowanych interfejsów komunikacyjnych i omówić szczegółowo jeden z nich
25. Porównać warstwę fizyczną i łącza danych interfejsów Ethernet i CAN
26. Wymienić i krótko scharakteryzować metody akwizycji danych w układach przetwarzania sygnałów
27. Wymienić i krótko scharakteryzować metody przetwarzania i analizy sygnałów
28. Wymienić i krótko scharakteryzować metody syntezy sygnałów
29. Układy mechatroniczne stosowane w maszynach i pojazdach rolniczych
30. Automatyzacja procesów magazynowania i przeładunku
31. Klasyfikacja światłowodów i ich parametrów. Omówić podstawowe światłowody wykorzystywane w łączności światłowodowej
32. Omówić metody wytwarzania światłowodów włóknistych
33. Omówić metody wytwarzania światłowodów planarnych
34. Przedstawić kryteria i dokonać klasyfikacji czujników światłowodowych
35. Podać przykłady i porównać parametry światłowodowych czujników do pomiaru przemieszczeń liniowych (np. czujnik z modulacją amplitudy, fazy, długości fali świetlnej)
36. Podział i charakterystyka dowolnego rodzaju czujników chemicznych gazów
37. Podać definicję nosów elektronicznych oraz omówić zasadę ich działania

38. Optyczny mikrozegar atomowy z efektem CPT
39. Technologia komponentów mikrooptycznych
40. Klasyfikacja metod diagnostycznych wykorzystywanych w mikro- i nanoelektronice
41. Diagnostyka strukturalna i optyczna półprzewodników
42. Metody optycznej i elektrycznej charakteryzacji materiałów dla transparentnej elektroniki
43. Metody badania właściwości elektrycznych materiałów dielektrycznych
44. Badanie mikro- i nanostruktur metodami mikroskopii bliskich oddziaływań
45. Omówić zastosowanie spektroskopii impedancyjnej do analizy zjawisk przewodnictwa i polaryzacji w materiałach
46. Omówić zastosowanie rentgenografii i tomografii komputerowej do analizy defektów montażu podzespołów elektronicznych
47. Co to jest wirtualny przyrząd pomiarowy? Jak się je zestawia, oprogramowuje, jakie mają zalety i wady?
48. Wymienić i omówić interfejsy stosowane w nowoczesnej aparaturze pomiarowej
49. Omówić główne założenia standardów IEEE 488 oraz SCPI
50. Języki programowania mikrokontrolerów: Assembler, C – porównanie
51. Tryb oszczędzania energii w mikrokontrolerze
52. Porównać 2 magistrale komunikacyjne w mikrokontrolerach
53. Zdefiniować pojęcie „system wbudowany w elektronice” i podać przykłady takich systemów
54. Scharakteryzować system Android pod kątem jego użycia jako systemu wbudowanego
55. Omówić istotne cechy systemów czasu rzeczywistego i podaj przykłady ich zastosowań jako systemów wbudowanych
56. Elementy skończone, podział. Dobór elementów skończonych i rodzaju modelu
57. Metodyka budowania modeli do symulacji numerycznych MES
58. Klasyfikacja uszkodzeń w systemach mechatronicznych
59. Wymienić i omówić podstawowe wskaźniki opisujące niezawodność
60. Przedstawić rodzaje generatorów laserowych używanych do obróbki materiałów
61. Omówić rodzaje cięcia laserowego
62. Opisać metody spawania z wykorzystaniem wiązki laserowej
63. Opisać własnymi słowami lub podać definicję systemów elektronicznych
64. Wymienić i opisać typowe metody numeryczne stosowane do modelowania systemów elektronicznych
65. Wymienić i scharakteryzować typowe programy komputerowe stosowane do modelowania systemów elektronicznych

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

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

## 13. Plan studiów (załącznik nr 3)

Zaopiniowane przez wydziałowy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis dziekana

## PLAN STUDIÓW

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

**KIERUNEK:** *Mechatronika*

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

**FORMA STUDIÓW:** *stacjonarna*

**PROFIL:** *ogólnoakademicki*

**JĘZYK STUDIÓW:** *polski*

Uchwała Rady *Wydziału Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki* z dnia *29 września 2015 r.*

Obowiązuje od *01.10.2015 r.*

Wydział: **Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki**  
 Kierunek: **Mechatronika**  
 Specjalność: -  
 Studia: **drugiego stopnia, stacjonarne**

Uchwała RW z dnia: **29.09.2015 r.**  
 Obowiązuje od: **01.10.2015 r.**

## STRUKTURA PROGRAMU NAUCZANIA W UKŁADZIE GODZINOWYM I PUNKTOWYM

	28h	I	30	27h	II	30	10h	III	30
28	MCM021006	1W + 1L	10100						
27	Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych			Zajęcia sportowe	1C	01000			
26				FLH121521	2W	10000			
25	MCD021004BK	1W + 2L	10200	Filozofia nauki i techniki					
24	Sygnały i układy elektroniczne			MCD022004BK	2W + 2L/P	20200			
23	MCD021003BK	1W + 2L/P		Systemy wbudowane w elektronice					
22	Cyfrowe interfejsy komunikacyjne								
21			10200/10020E	MCD022002BK	1W + 1L	10100			
20				Mikroprocesory i mikrosterowniki					
19	MCD021002BK	2W + 2L/P	20200/20020						
18	Systemy bezbateryjne i bezprzewodowe			MCD022001BK	1W + 2L/P	10200/10020			
17				Wirtualna aparatura kontrolna i sterująca					
16	MCD021006	2L	00200						
15	Laboratorium otwarte			MCD022004	2W + 4L	20300E			
14	MCD021005	1W	10000	Nowoczesna diagnostyka materiałowa					
13	MCD021004	1W + 2L	10100					MCD023006	18 p
12	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych							Praca dyplomowa magisterska	
11	MCD021003	1W + 1L	10100E						
10	Optoelektronika stosowana			MCD022003	1W + 3L	10200	MCD023002	2S	00002
9				MOEMSy			Seminarium dyplomowe		
8	MCD021002	1W + 2L	20100				MCM021203	1W + 1L	10100
7	Zaawansowane technologie mikroelektroniczne			MCD022002	1W + 3L	10200	Technologie laserowe		
6				Czujniki chemiczne i światłowodowe			MCD023001	1W + 2C	11000
5	MCD021001	1W + 2L	20100E	MCD022001	1W + 1L	10100E	Niezawodność w mechatronice		
4	Mikromechanizmy i mikronapędy			Technika światłowodowa			MCD023001BK	1W + 1L	10100
3	MAP001403	1W + 2P	10010	Język obcy	A1/A2	03000	Metody modelowania numerycznego		
2	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa				2C		MCM023001BK	3W	20000
1	Język obcy B2+	1C	01000				Zarządzanie i logistyka		
		<b>d<sub>I</sub>=12</b>			<b>d<sub>II</sub>=6</b>			<b>d<sub>III</sub>=0</b>	

### Legenda

Kursy z zakresu nauk podstawowych	
Kursy z zakresu kształcenia ogólnego	
Kursy kierunkowe	
Kursy obowiązkowe	
Kursy wybieralne	MCD

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

## Semestr 1

### Kursy obowiązkowe

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	MAP001403W	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa	1					K2MTR_W25 K2MTR_K15	15	30	1	0,6	T	Z	O		PD	Ob
2	MAP001403P	Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa				1		K2MTR_U27 K2MTR_K15	15	60	2	0,7	T	Z	O	P	PD	Ob
3	MCD021001W	Mikromechanizmy i mikronapędy	2					K2MTR_W10	30	30	1	0,6		E			K	Ob
4	MCD021001L	Mikromechanizmy i mikronapędy			1			K2MTR_W10 K2MTR_U09 K2MTR_U10 K2MTR_K03	15	60	2	1,4		Z		P	K	Ob
5	MCD021002W	Zaawansowane technologie mikroelektroniczne	2					K2MTR_W17 K2MTR_K10	30	30	1	0,6		Z			K	Ob
6	MCD021002L	Zaawansowane technologie mikroelektroniczne			1			K2MTR_U18 K2MTR_K10	15	60	2	1,4		Z		P	K	Ob
7	MCD021003W	Optoelektronika stosowana	1					K2MTR_W09	15	30	1	0,6		E			K	Ob
8	MCD041003L	Optoelektronika stosowana			1			K2MTR_U08 K2MTR_K05	15	30	1	0,7		Z		P	K	Ob
9	MCD021004W	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych	1					K2MTR_W18	15	30	1	0,6		Z			K	Ob
10	MCD021004P	Projektowanie urządzeń optoelektronicznych				1		K2MTR_U19 K2MTR_K11	15	60	2	1,4		Z		P	K	Ob
11	MCD021005W	Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej	1					K2MTR_W04 K2MTR_K10 K2MTR_K14	15	30	1	0,6		Z			K	Ob
12	MCM021006W	Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych	1					K2MTR_W24	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
13	MCM021006L	Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych			1			K2MTR_U23 K2MTR_U24 K2MTR_U25	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	Ob
Razem			9		4	1	1		225	510	17	10,5						



## Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1		Język obcy B2+		1					15	30	1	0,7	T	Z	O	P	KO	W
	<b>MCD021001BK</b>	<b>Laboratorium otwarte</b>																
2	MCD021006L	Laboratorium otwarte			2		K2MTR_U12 K2MTR_K03 K2MTR_K04	30	60	2	1,4		Z		P	K	W	
	<b>MCD021002BK</b>	<b>Systemy bezbaterijne i bezprzewodowe</b>																
3	MCD021007W	Bezprzewodowe sieci układów bezbaterijnych	2				K2MTR_W03 K2MTR_K01	30	60	2	1,2		Z			K	W	
4	MCD021007L	Bezprzewodowe sieci układów bezbaterijnych			2		K2MTR_U03 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W	
5	MCD021008W	Projektowanie bezbaterijnych układów elektronicznych	2				K2MTR_W03 K2MTR_K01	30	60	2	1,2		Z			K	W	
6	MCD021008P	Projektowanie bezbaterijnych układów elektronicznych				2	K2MTR_U03 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W	
	<b>MCD021003BK</b>	<b>Cyfrowe interfejsy komunikacyjne</b>																
7	MCD021009W	Interfejsy cyfrowe w elektronice	1				K2MTR_W01 K2MTR_K01	15	30	1	0,6		E			K	W	
8	MCD021009L	Interfejsy cyfrowe w elektronice			2		K2MTR_U01 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W	
9	MCD021010W	Cyfrowa wymiana danych w elektronice	1				K2MTR_W01 K2MTR_K01	15	30	1	0,6		E			K	W	
10	MCD021010P	Cyfrowa wymiana danych w elektronice				2	K2MTR_U01 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	60	2	1,4		Z		P	K	W	
	<b>MCD021004BK</b>	<b>Sygnały i układy elektroniczne</b>																
11	MCD021011W	Układy przetwarzania sygnałów	1				K2MTR_W16	15	30	1	0,6		Z			K	W	
12	MCD021011L	Układy przetwarzania sygnałów			2		K2MTR_U17 K2MTR_K03 K2MTR_K09	30	60	2	1,4		Z		P	K	W	
13	MCD021012W	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów	1				K2MTR_W16	15	30	1	0,6		Z			K	W	
14	MCD021012P	Projektowanie układów przetwarzania sygnałów				2	K2MTR_U17 K2MTR_K03 K2MTR_K09	30	60	2	1,4		Z		P	K	W	
Razem			4		6	2		195	390	13	8,7							

**Razem w semestrze**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
13		10	3	1	420	900	30	19,2

## Semestr 2

### Kursy obowiązkowe

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	MCD022001W	Technika światłowodowa	1					K2MTR_W12	15	30	1	0,6	T	E			K	Ob
2	MCD022001L	Technika światłowodowa			1			K2MTR_U13 K2MTR_K03	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	Ob
3	MCD022002W	Czujniki chemiczne i światłowodowe	1					K2MTR_W15 K2MTR_K08	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
4	MCD022002L	Czujniki chemiczne i światłowodowe			2			K2MTR_U16 K2MTR_K08	30	90	3	2,1	T	Z		P	K	Ob
5	MCD042003W	MOEMSy	1					K2MTR_W11	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
6	MCD022003L	MOEMSy			2			K2MTR_U10 K2MTR_U11 K2MTR_K03	30	90	3	2,1	T	Z		P	K	Ob
7	MCD022004W	Nowoczesna diagnostyka materiałowa	2					K2MTR_W06	30	60	2	1,4	T	E			K	Ob
8	MCD022004L	Nowoczesna diagnostyka materiałowa			3			K2MTR_U04 K2MTR_K03	45	120	4	2,8	T	Z		P	K	Ob
Razem			6		9				225	540	18	12,3						

## Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1		Język obcy A1/A2		3				45	60	2	1,4	T	Z	O	P	KO	W	
2	WFW00000BK	Zajęcia sportowe		1				15	30	1	1	T	Z	O	P	KO	W	
	<b>MCD022001BK</b>	<b>Wirtualna aparatura kontrolna i sterująca</b>																
3	MCD022005W	Wirtualne przyrządy pomiarowe	1				K2MTR_W19	15	30	1	0,6	T	Z			K	W	
4	MCD022005L	Wirtualne przyrządy pomiarowe			2		K2MTR_U20 K2MTR_K03 K2MTR_K12	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	W	
5	MCD022006W	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych	1				K2MTR_W19	15	30	1	0,6	T	Z			K	W	
6	MCD022006P	Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych				2	K2MTR_U20 K2MTR_K03 K2MTR_K12	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	W	
	<b>MCD022002BK</b>	<b>Mikroprocesory i mikrosterowniki</b>																
7	MCD022007W	Komunikacja w mikrokontrolerach	1				K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W	
8	MCD022007L	Komunikacja w mikrokontrolerach			1		K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W	
9	MCD022008W	Sterowanie mikroprocesorowe	1				K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W	
10	MCD022008P	Sterowanie mikroprocesorowe				1	K2MTR_W05 K2MTR_U05 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W	
	<b>MCD022004BK</b>	<b>Systemy wbudowane w elektronice</b>																
11	MCD022011W	Zastosowania systemów wbudowanych w elektronice	2				K2MTR_W02 K2MTR_K01	30	60	2	1,2	T	Z			K	W	
12	MCD022011L	Zastosowania systemów wbudowanych w elektronice			2		K2MTR_U02 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	90	2	1,4	T	Z		P	K	W	
13	MCD022012W	Projektowanie systemów wbudowanych w elektronice	2				K2MTR_W02 K2MTR_K01	30	60	2	1,2	T	Z			K	W	
14	MCD022012P	Projektowanie systemów wbudowanych w elektronice				2	K2MTR_U02 K2MTR_U06 K2MTR_K01 K2MTR_K03	30	90	2	1,4	T	Z		P	K	W	
Razem			4	3	3	2		180	360	12	8							

**Razem w semestrze**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
10	3	12	2		405	900	30	20,3

## Semestr 3

### Kursy obowiązkowe

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształcenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc BK <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	o charakt. praktycznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	MCD023001W	Niezawodność w mechatronice	1					K2MTR_W14 K2MTR_K07	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
2	MCD023001C	Niezawodność w mechatronice		1				K2MTR_U15 K2MTR_K07	15	60	2	0,7	T	Z		P	K	Ob
3	MCM021203W	Technologie laserowe	1					K2MTR_W20	15	30	1	0,6	T	Z			K	Ob
4	MCM021203L	Technologie laserowe			1			K2MTR_U21 K2MTR_U22 K2MTR_K13	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	Ob
5	MCD023002S	Seminarium dyplomowe					2	K2MTR_W07 K2MTR_U06 K2MTR_K01	30	60	2	1,4	T	Z		P	K	Ob
Razem			2	1	1		2		90	210	7	4						

## Kursy wybieralne

L. P.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunk. efektu kształ- cenia	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS		Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć BK <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	o charakt. prakty- cznym <sup>5</sup>	rodzaj <sup>6</sup>	typ <sup>7</sup>
1	MCD023006D	Praca dyplomowa magisterska						K2MTR_W08 K2MTR_U07 K2MTR_K02		600	18	12,6	T	Z		P	K	W
	<b>MCM023001BK</b>	<b>Zarządzanie</b>																
2	MCM023002W	Zarządzanie małą firmą	2					K2MTR_W21 K2MTR_W22	30	30	3	1,8	T	Z			KO	W
3	MCM023003W	Zarządzanie przedsiębiorstwem	2					K2MTR_W21 K2MTR_W22	30	30	3	1,8	T	Z			KO	W
	<b>MCD023001BK</b>	<b>Metody modelowania numerycznego</b>																
4	MCD023004W	Modelowanie mikrosystemów	1					K2MTR_W13 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
5	MCD023004L	Modelowanie mikrosystemów			1			K2MTR_U14 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W
6	MCD023005W	Modelowanie nanosystemów	1					K2MTR_W13 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,6	T	Z			K	W
7	MCD023005L	Modelowanie nanosystemów			1			K2MTR_U14 K2MTR_K06 K2MTR_K14	15	30	1	0,7	T	Z		P	K	W
Razem			3		1				60	690	23	15,7						

## Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć BK <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s				
5	1	2	0	2	150	900	30	19,7

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
MCD021003W	Optoelektronika stosowana	1
MCD021001W	Mikromechanizmy i mikronapędy	
MCD021003BK	Cyfrowe interfejsy komunikacyjne	
MCD022004W	Nowoczesna diagnostyka materiałowa	2
MCD022001W	Technika światłowodowa	

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

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	12
2	6

Opinia wydziałowego organu uchwałodawczego samorządu studenckiego

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana



## KATALOG KURSÓW

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

MAP001403 Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa .....	2
MCD021001 Mikromechanizmy i mikronapędy .....	6
MCD021002 Zaawansowane technologie mikroelektroniczne .....	9
MCD021003 Optoelektronika stosowana.....	13
MCD021004 Projektowanie urządzeń optoelektronicznych .....	16
MCD021005 Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej .....	20
MCD021006 Laboratorium Otwarte (elektroniczne) .....	23
MCD021007 Bezprzewodowe sieci układów bezbaterijnych.....	26
MCD021008 Projektowanie bezbaterijnych układów elektronicznych.....	30
MCD021009 Interfejsy cyfrowe w elektronice .....	34
MCD021010 Cyfrowa wymiana danych w elektronice .....	38
MCD021011 Układy przetwarzania sygnałów.....	42
MCD021012 Projektowanie układów przetwarzania sygnałów.....	46
MCD022001 Technika Światłowodowa.....	50
MCD022002 Czujniki chemiczne i światłowodowe .....	53
MCD022003 MOEMS.....	57
MCD022004 Nowoczesna diagnostyka materiałowa.....	60
MCD022005 Wirtualne przyrządy pomiarowe .....	64
MCD022006 Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych .....	67
MCD022007 Komunikacja w mikrokontrolerach.....	71
MCD022008 Sterowanie mikroprocesorowe .....	74
MCD022009 Zastosowania systemów wbudowanych w elektronice.....	77
MCD022010 Projektowanie systemów wbudowanych w elektronice .....	81
MCD023001 Niezawodność w mechatronice .....	85
MCD023002 Seminarium dyplomowe.....	88
MCD023003 Praca dyplomowa .....	91
MCD023004 Modelowanie mikrosystemów.....	94
MCD023005 Modelowanie nanosystemów.....	98
MCM023002 Zarządzanie małą firmą .....	102
MCM023003 Zarządzanie przedsiębiorstwem .....	105
MCM021006 Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych .....	108
MCM021203 Technologie laserowe .....	112

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa**Nazwa w języku angielskim: **Statistics and probability**Kierunek: **Mechatronika**Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy / Wydziałowy**Kod przedmiotu: **MAP001403**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	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Poznanie podstawowych pojęć i metod rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej
- C02 Poznanie klasycznych rozkładów probabilistycznych, ich własności i zastosowań

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna podstawowe pojęcia i metody rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej  
PEK\_W02 Zna klasyczne rozkłady probabilistyczne i ich własności

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Rozumie podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej  
PEK\_U02 Potrafi stosować podstawowe metody statystyki matematycznej w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę  
PEK\_K02 Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu  
PEK\_K03 Potrafi pracować zespołowo w ramach grupy studenckiej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Podstawowe zagadnienia z rachunku prawdopodobieństwa. Zmienne losowe i ich charakterystyki.	4
Wy_02	Metody opisowe prezentacji danych eksperymentalnych: szereg rozdzielczy, histogram i dystrybuanta empiryczna, kwantyle z próby, statystyki opisowe.	3
Wy_03	Estymatory i metody ich konstrukcji - metoda momentów, metoda największej wiarygodności. Pożądane własności estymatorów. Regresja liniowa jednowymiarowa. Konstrukcja linii regresji. Estymacja przedziałowa.	4
Wy_04	Testowanie hipotez statystycznych - wprowadzenie. Błąd I i II rodzaju. Poziom istotności testu i funkcja mocy testu. Testy parametryczne - wybrane modele.	3
Wy_05	Kolokwium zaliczeniowe.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Rozwiązywanie praktycznych zadań związanych z teorią przedstawioną na wykładzie.	15
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- ND\_01 Wykład – metoda tradycyjna  
ND\_02 Laboratorium komputerowe  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Praca własna studenta – przygotowanie do zajęć

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F1 (lab)	PEK_U01, PEK_U02 PEK_K01-PEK_K03	Projekty komputerowe, rozwiązywanie zadań z wykorzystaniem pakietów statystycznych
P = F2 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02	Kolokwium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

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

#### Literatura uzupełniająca

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

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl](mailto:Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Statystyka i rachunek prawdopodobieństwa

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W25	C01, C02	Wy_01-Wy_05	ND_01, ND_03
PEK_W02	K2MTR_W25	C02	Wy_01-Wy_05	ND_01, ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U27	C01, C02	La_01	ND_02-ND_04
PEK_U02	K2MTR_U27	C01, C02	La_01	ND_02-ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K15	C01, C02	Wy_01-Wy_05 La_01	ND_02-ND_04

PEK_K02	K2MTR_K15	C01, C02	Wy_01-Wy_05 La_01	ND_01-ND_04
PEK_K03	K2MTR_K15	C01, C02	La_01	ND_01-ND_04

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Mikromechanizmy i mikronapędy</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Micromachines and Microactuators</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021001</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

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

#### **CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Głównym celem przedmiotu jest przyswojenie przez słuchacza wiedzy na temat nowo rozwijanej grupy mikrosystemów których główną funkcją jest wytwarzanie i przenoszenie sił i ruchu, tak, aby nastąpiło zrozumienie podstaw materiałowo-konstrukcyjnych, zasad działania, wytwarzania i wykorzystania technicznego mikromechanizmów i mikronapędów (z zaznaczeniem roli i rozwoju nanomechanizmów)
- C02 Celem dodatkowym jest umiejętność prawidłowego doboru mikromaszyn i mikronapędów wykorzystywanych w praktyce
- C03 Udział studentów w prowadzonych badaniach naukowych nad mikromaszynami i mikronapędami

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Zna zasady wykorzystania mikromechanizmów i mikronapędów w technice i życiu codziennym

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Dokonuje prawidłowego doboru mikromaszyn i mikronapędów do zastosowań praktycznych. Potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy, posłużyć się właściwie dobranymi przyrządami i systemami pomiarowymi, oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów

### Z zakresu kompetencji społecznych

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Podstawy: techniki mikro inżynieryjne, najważniejsze mikromechanizmy i mikronapędy	2
Wy_02	Wytwarzanie i wykorzystanie ruchu w mikroukładach	2
Wy_03	Statyczne i dynamiczne mikromaszyny objętościowe; czujniki i aktuatory	2
Wy_04	Mikromaszyny powierzchniowe; czujniki, aktuatory, mikronapędy	2
Wy_05	Mikromaszyny LIGA: mikrosilniki, mikronapędy, narzędzia	2
Wy_06	Mikro-urządzenia do wytwarzania energii elektrycznej (energy harvesting), mikrosystemy zero-energetyczne	2
Wy_07	Zarządzanie przepływem płynów w mikro i nano skali; wstęp do techniki lab-chipów; mikromaszyny fluidyczne	2
Wy_08	Mikrosamochody, mikro samoloty i inne mikromechanizmy zdolne do ruchu	2
Wy_09	RF MEMSY	2
Wy_10	Mikrooptyka; części i złożone instrumenty optyczne	2
Wy_11	Mikromaszynowe czujniki dla pojazdów	2
Wy_12	Mikromaszyny dla bio-medycyny	2
Wy_13	Mikromaszyny i mikrosystemy kosmiczne	2
Wy_14	Perspektywy rozwoju mikroukładów do 2020 rok; autonomiczne systemy mikromaszynowe	2
Wy_15	Nanomaszyny; teraźniejszość i spodziewany rozwój	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Mikrosilniki i mikroprzekładnie	3
La_02	Filtry i przełączniki mikroelektromechaniczne RF	3
La_03	Platforma wieloparametryczna MEMS dla awioniki	3
La_04	Mikropompy, mikroawary; sterowanie mikrofluidyczne	3
La_05	Układy wibrujące; czujniki wybranych wielkości mechanicznych	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład  
ND\_02 Laboratorium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P1	PEK_U01	Oceny cząstkowe z poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Jan A Dziuban; Bonding in microsystem technology, Springer 2007
2. Nadim Maluf, Kirt Williams, An introduction to Microelectromechanical Systems Engineering, Artech House, 2004

### Literatura uzupełniająca

1. Wolfgang Menz and others, Microsystem Technology, Wiley-VCH 2001

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Jan.Dziuban@pwr.edu.pl](mailto:Jan.Dziuban@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Mikromechanizmy i mikronapędy

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### **Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W10	C01-C03	Wy_01-Wy_15 La_01-La_05	ND_01, ND_02
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U09, K2MTR_U10	C01-C03	La_01-La_05	ND_02
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K03	C01-C03	La_01-La_05	ND_02



**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Zaawansowane technologie mikroelektroniczne**Nazwa w języku angielskim: **Advanced microelectronic technologies**Kierunek: **Mechatronika**Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy / Wydziałowy**Kod przedmiotu: **MCD021002**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki
2. Podstawowa wiedza z zakresu matematyki
3. Podstawowa wiedza z zakresu chemii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Wiedza w zakresie zaawansowanych technologii wytwarzania elementów mikroelektronicznych
- C02 Wiedza w zakresie nowoczesnych technologii cienko- i grubowarstwowych
- C03 Zapoznanie studentów z obecnym stanem oraz trendami rozwojowymi zaawansowanych technologii mikro- i nanoelektronicznych
- C04 Współdziałanie w pracach badawczych realizowanych w laboratoriach wydziałowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zaawansowanych technologii mikroelektronicznych, procesów przyrządowych wytwarzania cienko- i grubowarstwowych elementów i układów elektronicznych oraz przetworników czujników biochemicznych, orientuje się w aktualnym stanie oraz trendach rozwojowych zaawansowanych technologii mikroelektronicznych

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Student potrafi zaprojektować proces technologiczny wytwarzania wybranych elementów i układ półprzewodnikowych i w technice grubowarstwowej, potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Student ma zrozumienie wpływu stosowanych technologii na środowisko i jest świadom związanych z tym ograniczeń

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Nowoczesne laboratorium technologiczne, „clean room”, czystość powietrza, wody, reagentów i gazów technologicznych, problemy bezpieczeństwa	2
Wy_02	Rodzaje nowoczesnych podłoży półprzewodnikowych, zastosowania, metody wytwarzania	2
Wy_03	Technologie wytwarzania półprzewodnikowych heterostruktur przyrządowych	2
Wy_04	Technologia i zastosowania funkcjonalnych materiałów gradientowych	2
Wy_05	Technologia i zastosowania warstw diamentowych, DLC i ND, grafenu	2
Wy_06	Zaawansowane technologie wytwarzania wzorów: litografia immersyjna, DUV, EUV, EBL, nano-imprint	2
Wy_07	Technologie przyrządowe wytwarzania elementów elektronicznych na bazie półprzewodników złożonych: tranzystory HEMT i MOSFET, przetworniki czujników gazów i bio-czujników	2
Wy_08	Układy cienko i grubowarstwowe - podstawowe informacje	2
Wy_09	Etapy wytwarzania układów grubowarstwowych	2
Wy_10	Technologia LTCC ( <i>Low Temperature Cofired Ceramics</i> - niskotemperaturowa ceramika współwypalana)	2
Wy_11	Wytwarzanie układów LTCC; zaawansowane obudowy ceramiczne	2
Wy_12	Projektowanie i wytwarzanie czujników grubowarstwowych i LTCC	2
Wy_13	Mikroreaktory i mikrosystemy LTCC	2
Wy_14	Trendy rozwojowe technologii LTCC	2
Wy_15	Kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		Liczba godzin
La_01	Wytwarzanie półprzewodnikowych heterostruktur przyrządowych	3
La_02	Wytwarzanie wzorów techniką EBL	3
La_03	Elementy grubowarstwowe na podłożach ceramicznych	3
La_04	Czujniki grubowarstwowe	3
La_05	Układy wielowarstwowe LTCC	3
<b>Suma godzin</b>		15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład problemowy
ND_02	Prezentacja multimedialna
ND_03	Konsultacje
ND_04	Eksperyment laboratoryjny
ND_05	Praca własna – przygotowanie do laboratorium

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

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Kartkówka
F2	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
P = (F1+F2)/2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>Literatura podstawowa</u></b>	
1. R.R. Tummala, Introduction to System-on-Package (SOP), McGraw-Hill, New York, 2008	
2. M.Prudenziati and J.Hormadaly, Printed Films”, Woodhead Publ., Cambridge, 2012	
3. L.Golonka, Zastosowanie ceramiki LTCC w mikroelektronice, Oficyna Wydawnicza PWR, 2001	
4. A.Dziedzic, Grubowarstwowe rezystywne mikrokompozyty polimerowo-węglowe, Oficyna Wydawnicza PWR, 2001.	
5. Marc J. Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, Third Edition, Boca Raton, USA, 2011	
6. S. Franssila, Introduction to Microfabrication, John Wiley&Sons Ltd, England, 2004	
7. Kazuaki Suzuki, Microlithography: Science and Technology, Second Edition, CRC Press, Boca Raton, USA, 2007	
8. G. Cao, Y. Wang, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, Second Edition, World Scientific Publishing Co., Pte. Ltd., Singapore, China, 2011	
<b><u>Literatura uzupełniająca</u></b>	
1. Czasopisma: Sensors and Actuators, Microelectronic Reliability. Materiały konferencyjne (COE, CICMT, ELTE, IMAPS Poland Chapter)	
2. Czasopisma: Compound Semiconductors, Semiconductor Engineering	

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

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Zaawansowane technologie mikroelektroniczne**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W17	C01-C04	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U18	C01-C04	La_01-La_05	ND_03-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K10	C01-C04	Wy_01-Wy_15, La_01-La_05	ND_01-ND_05

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Optoelektronika stosowana</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Applied optoelectronics</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021003</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego
2. Ukończenie kursu Podstawy fotoniki
3. Ukończenie kursu mikro- i nanoelektronika

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z fizyką działania, konstrukcją i technologią wykonania użytkowych elementów i układów optoelektronicznych przeznaczonych do konstrukcji mikrosystemów
- C02 Zdobywanie umiejętności pomiarów i charakteryzacji zastosowanych elementów i układów optoelektronicznych w mikrosystemach
- C03 Zdobywanie umiejętności pracy w grupie
- C04 Współdziałanie w badaniach w dziedzinie optoelektroniki (np. czujniki i detektory, miniaturowa fotowoltaika, przetworniki optyczne)

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma wiedzę na temat procesów wytwarzania i stosowania nowoczesnych elementów i układów optoelektronicznych w mikrosystemach

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi zaprojektować mikrosystem z elementami optoelektronicznymi i ocenić jego możliwości funkcjonalne

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Rozumie potrzebę wykorzystywania nowych technik i technologii oraz potrafi określać cele i przewidywać skutki w podejmowanych pracach eksperymentalnych oraz pracuje samodzielnie i w zespole

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Optoelektronika stosowana - wprowadzenie	1
Wy_02	Specjalizowane źródła promieniowania w układach badań spektralnych	3
Wy_03	Detektory o podwyższonym progu czułości i niskim poziomie szumów	3
Wy_04	Nowoczesne elementy fotowoltaiczne do zastosowania w miniaturowych układach zasilania	2
Wy_05	Przetworniki sygnałów w układach sygnał optyczny - sygnał elektryczny	2
Wy_06	Wskaźniki optoelektroniczne - optoelektroniczne linijki wskaźnikowe	2
Wy_07	Kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Zajęcia wprowadzające – podstawy pomiarów optoelektronicznych	3
La_02	Pomiary wielkości fizycznych za pomocą czujników optoelektronicznych	3
La_03	Specjalizowane źródła zasilania – badania spektralne	3
La_04	Pomiary miniaturowych układów zasilania – miniaturowa fotowoltaika	3
La_05	Przetworniki sygnałów: sygnał optyczny – sygnał elektryczny	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją  
ND\_02 Laboratorium: przygotowanie sprawozdań  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień  
ND\_05 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do laboratorium  
ND\_06 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F1	PEK_U01, PEK_K01	Średnia ocen z realizacji sprawozdań
P = F2	PEK_W01	Kolokwium

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Materiały do wykładu
2. B. Mroziewicz, M. Bugajski, Wł. Nakwaski, Lasery półprzewodnikowe, WNT 1985
3. P. Bhattacharya, Semiconductor Optoelectronic Devices, Second Edition, Prentice Hall New Jersey 1997
4. B. Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2004

#### Literatura uzupełniająca

1. M. Tłaczała, Epitaksja MOVPE w technologii heterostruktur związków AIIIbV, Oficyna Wydawnicza PWr., 2002

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Optoelektronika stosowana

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W09	C01, C04	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U08	C02-C04	La_01-La_05	ND_02, ND_03, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K05	C02, C03	La_01- La_05	ND_02, ND_03, ND_05

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Projektowanie urządzeń optoelektronicznych</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Design and Construction of Optoelectronic Circuits</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021004</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			1,4	

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

1. Podstawowe umiejętności i wiedza z zakresu elektroniki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Poznanie podstaw konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych
- C02 Nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania podstawowych projektów układów optoelektronicznych, umiejętności współdziałania i pracy w grupie
- C03 Nabycie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i analizy układów elektronicznych
- C04 Udoskonalenie umiejętności posługiwania się katalogami i bazami danych układów elektronicznych
- C05 Udział studentów w prowadzonych badaniach z zakresu optoelektroniki, a w szczególności nad zagadnieniem laserowych systemów detekcji ugięć mikrobelk krzemowych w mikroskopii bliskiego pola



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Poznanie i rozumienie obszarów zastosowań i charakterystyk układów optoelektronicznych oraz podstawowych pojęć z zakresu konstrukcji układów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem elementów optoelektronicznych

### Z zakresu umiejętności

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

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

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Ustalenie podstawowych założeń techniczno-projektowych dla poszczególnych projektów studenckich. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr_02	Analiza funkcji realizowanych przez projektowany układ optoelektroniczny. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr_03	Analiza danych katalogowych i przystosowanie zdobytych informacji do potrzeb projektu. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr_04	Projekt układu optoelektronicznego spełniającego założenia techniczno-projektowe na podstawie dotychczasowej wiedzy i umiejętności. Dyskusja aspektów praktycznych.	2

Pr_05	Projekt schematu elektrycznego dla przygotowywanego projektu. Symulacja działania podzespołów. Dyskusja aspektów praktycznych.	2
Pr_06	Projekt obwodu drukowanego dla przygotowywanego projektu. Wykonanie wizualizacji płytek. Projekt rozmieszczenia urządzenia w obudowie. Projekt płyty czołowej. Ocena parametrów. Dyskusja wyników.	2
Pr_07	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat.	2
Pr_08	Prezentacje i obrony projektów. Otwarta dyskusja na ich temat.	1
<b>Suma godzin</b>		15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami
ND_02	Pokazy oprogramowania służącego do projektowania i analizy układów elektronicznych
ND_03	Przykładowe analizy kart katalogowych układów optoelektronicznych
ND_04	Materiały do wykładu i projektu on-line
ND_05	Zadania projektowe do samodzielnego wykonania
ND_06	Wspólne dyskusje otwarte na zajęciach na różnych etapach nauki
ND_07	Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną
ND_08	Praca własna studenta – przygotowanie do projektu studenckiego

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (projekt)	PEK_U01, PEK_K01	Ocena udziału merytorycznego w dyskusjach otwartych na zajęciach.
F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_K01	Ocena z wykonania zadania projektowego i jego prezentacji.
F3 (wykład)	PEK_W01	Sprawdzian wiedzy (kolokwium).
P1 (wykład) = F3		Pozytywna ocena ze sprawdzianu
P2 (projekt) = 0,3*F1 + 0,7*F2		Średnia ocena z dyskusji i zadania projektowego

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Piprek, "Optoelectronic Devices", Springer-Verlag, 2005</li> <li>2. J. Siuzdak, "Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej", WKŁ, 1999</li> <li>3. K.Booth, "Optoelektronika", WKŁ, 2001</li> <li>4. M. Szustakowski, "Elementy techniki światłowodowej", (Cykl wydawniczy: „Fizyka dla przemysłu”), WNT, 1992</li> <li>5. M. Marciniak, "Łączność światłowodowa", WKŁ, 1998</li> <li>6. J.E. Midwinter, Y.L. Guo, „Optoelektronika i technika światłowodowa”, WKŁ 1995</li> <li>7. M. Rusin, "Wizyjne przetworniki optoelektroniczne", WKŁ 1990</li> </ol>
--

8. K.Perlicki, "Pomiary w Optycznych Systemach Telekomunikacyjnych", WKŁ, 2006
9. Sz. Szczeniowski, "Fizyka doświadczalna", Tom IV – "Optyka", PWN, 1983

**Literatura uzupełniająca**

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

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

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

**MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

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

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W18	C01, C05	Wy_01-Wy_08	ND_01-ND_04, ND_06, ND_07
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U19	C01-C05	Pr_01-Pr_08	ND_03-ND_08
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K11	C01-C05	Pr_01-Pr_08	ND_03-ND_08

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Foundations of electronic apparatus construction</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021005</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Z				
Liczba punktów ECTS	1				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6				

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

1. Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Opanowanie wiedzy teoretycznej w zakresie konstruowania i wytwarzania aparatury elektronicznej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA****Z zakresu wiedzy**

- PEK\_W01 Posiada uporządkowaną wiedzę ogólną w zakresie konstruowania i wytwarzania aparatury elektronicznej

**Z zakresu kompetencji społecznych**

- PEK\_K01 Potrafi określić priorytety i dokonywać wyboru rozwiązań optymalnych przy konstruowaniu aparatury elektronicznej, także ze względu na wpływ na środowisko naturalne

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - Wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy_01	Wstęp; podstawowe typy aparatury elektronicznej	1
Wy_02	Ogólne zasady konstruowania aparatury elektronicznej	2
Wy_03	Komputerowe wspomaganie procesu konstruowania	1
Wy_04	Materiały stosowane w konstrukcjach aparatury elektronicznej	1
Wy_05	Moduły i standardy w aparaturze elektronicznej	1
Wy_06	Ergonomia, odbiór informacji, sterowanie	1
Wy_07	Narażenia środowiskowe oddziałujące na aparaturę	2
Wy_08	Odprowadzanie ciepła	1
Wy_09	Kompatybilność elektromagnetyczna aparatury elektronicznej	2
Wy_10	Projektowanie proekologiczne, recycling	2
Wy_11	Zaliczenie przedmiotu	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
ND_01 Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi i dyskusja
ND_02 Konsultacje
ND_03 Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

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

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F	PEK_W01, PEK_K01	Kolokwium zaliczeniowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <p>1. R. Kisiel, Podstawy technologii dla elektroników, Wydawnictwo BTC Korporacja, 2012</p> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <p>1. Z. Krakowski, M. Wozniak, Zasady konstrukcji elektronicznej aparatury pomiarowej, Wrocław, 1976</p> <p>2. J. Kijak, Konstruowanie urządzeń elektronicznych, WNT, 1975</p> <p>3. T. Więckowski, Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych, Oficyna Wydawnicza PWr, 2001</p> <p>4. H.W. Denny, Grounding for the Control of EMI, Don White Consultants Inc, 1989</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Jan.Felba@pwr.edu.pl</u></b>

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W04	C01	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_02, ND_03
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K10, K2MTR_K14	C01	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_02, ND_03

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Laboratorium Otwarte (elektroniczne)**Nazwa w języku angielskim: **Open Laboratory (Electronics)**Kierunek: **Mechatronika**Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny / Wydziałowy**Kod przedmiotu: **MCD021006**Grupa kursów: **NIE**

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

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

1. Zalecane jest wysłuchanie kursów z zakresu przyrządów półprzewodnikowych i układów elektronicznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Przygotowanie do prowadzenia samodzielnych prac projektowych i konstrukcyjnych w zakresie analogowych układów elektronicznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi projektować, uruchamiać i testować elektroniczne układy analogowe, potrafi sporządzić kosztorys projektu, zna zasady BHP

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, planuje swoje działania w sposób kreatywny, określa priorytety i kolejność działań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Symulacja komputerowa układu wybranego do realizacji (program: LT SPICE)	7
La_02	Projekt obwodu drukowanego - PCB (program: EAGLE)	5
La_03	Wykonanie płytki PCB (druk, trawienie, wiercenie otworów,...)	3
La_04	Montaż układu (powierzchniowy lub przewlekany)	3
La_05	Uruchomienie i pomiary układu	9
La_06	Opracowanie i oddanie sprawozdania	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Praca własna - przygotowanie do laboratorium

ND\_02 Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F1	PEK_U01, PEK_K01	Sprawozdanie, zrealizowany (działający) układ elektroniczny

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. J. Izydorczyk, PSPICE, komputerowa symulacja układów elektronicznych, Helion, 1993
2. M. Panek, [http://www.wemif.pwr.edu.pl/pp/MPanek/ltspice\\_instr.pdf](http://www.wemif.pwr.edu.pl/pp/MPanek/ltspice_instr.pdf), Internet, 2010

### Literatura uzupełniająca

1. Forum dyskusyjne LTSpice, <http://tech.groups.yahoo.com/group/LTspice/>, Internet, 2010

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Janusz.Markowski@pwr.edu.pl](mailto:Janusz.Markowski@pwr.edu.pl)



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Laboratorium Otwarte (elektroniczne)**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U12	C01	La_01-La_06	ND_01, ND_02
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K03, K2MTR_K04	C01	La_01-La_06	ND_01, ND_02

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Bezprzewodowe sieci układów bezbateryjnych</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Wireless battery-less networks</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021007</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

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

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobyć wiedzę o bezprzewodowych, bezbateryjnych sieciach i układach elektronicznych
- C02 Znajomość zasad projektowania i programowania protokołów sieciowych dla urządzeń bezprzewodowych o bardzo niskim zużyciu energii
- C03 Umiejętność zaprojektowania i realizacji protokołu komunikacyjnego dla sieci układów bezbateryjnych
- C04 Udział studentów w prowadzonych badaniach w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności protokołów i energooszczędnych interfejsów telekomunikacyjnych w elektronice

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna zasady projektowania i wykonania oprogramowania układów bezbateryjnych  
PEK\_W02 Zna zasadę działania i kryteria doboru bezprzewodowych, energooszczędnych modułów komunikacyjnych

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi zaprojektować, dobrać komponenty i wykonać prototyp bezprzewodowego, bezbateryjnego układu elektronicznego  
PEK\_U02 Potrafi zaprojektować i wykonać oprogramowanie układowe bezprzewodowego systemu bezbateryjnego

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach  
PEK\_K02 Potrafi pracować w grupie, realizując zadania określone w programie kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Charakterystyka i zastosowania bezprzewodowych układów bezbateryjnych	2
Wy_02	Charakterystyka bezprzewodowych źródeł zasilania	2
Wy_03	Zarządzanie energią w systemie	2
Wy_04	Pomiar zużycia energii w układach ULP	2
Wy_05	Programowanie mikrokontrolerów energooszczędnych	4
Wy_06	Zasilanie i wymiana danych w pasmach LF/HF/UHF (RFID, NFC)	4
Wy_07	Topologie sieci bezprzewodowych	2
Wy_08	Synchronizacja czasowa węzłów sieci	2
Wy_09	Energooszczędne protokoły komunikacyjne (BLE, ZigBee, ANT, ...)	4
Wy_10	Anteny w układach radiowych małego zasięgu	2
Wy_11	Alternatywne metody transmisji bezprzewodowej	2
Wy_12	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Zajęcia organizacyjne. Demonstracja wyposażenia laboratorium	4
La_02	Pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych układów pozyskiwania energii z otoczenia	4
La_03	Pomiar zużycia energii wybranych modułów komunikacyjnych	4
La_04	Pomiar zużycia energii mikrokontrolera ULP w różnych trybach pracy	4
La_05	Badanie opóźnień i utraty pakietów w sieci bezprzewodowej w obecności zakłóceń	4
La_06	Realizacja bezprzewodowej sieci czujników bezbateryjnych	4
La_07	Termin obróbczy	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
ND_04	Oprogramowanie komputerowe
ND_05	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
ND_06	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
A1	PEK_W01 PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe w formie pisemnej
A2	PEK_K01	Przygotowanie i przedstawienie referatu lub prezentacji
A3	PEK_W01 PEK_W02	Obecność na zajęciach
B1	PEK_U01 PEK_U02	Oceny z kartkówek weryfikujące przygotowanie do zajęć
B2	PEK_U01 PEK_U02	Oceny za sprawozdania z przebiegu realizacji zadań
B3	PEK_U01 PEK_U02	Ocena zadania semestralnego
W	PEK_W01 PEK_W02	$0,8*A1 + 0,1*A2 + 0,1*A3$
L	PEK_U01 PEK_U02	$0,4*B1 + 0,3*B2 + 0,3*B3$

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

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

### Literatura uzupełniająca

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

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Bezprzewodowe sieci układów bezbaterijnych**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W03	C01, C02	Wy_01-Wy_11	ND_01-ND_03
PEK_W02	K2MTR_W03	C01, C02	Wy_01-Wy_11	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U03	C03, C04	La_01-La_06	ND_03-ND_06
PEK_U02	K2MTR_U03	C03, C04	La_01-La_06	ND_03-ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K01	C01	Wy_01-Wy_11 La_01-La_06	ND_03
PEK_K02	K2MTR_K03		La_01-La_06	ND_04-ND_06

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Projektowanie bezbaterijnych układów elektronicznych</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Designing of battery-less electronic circuits</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021008</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

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

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie wiedzy o bezprzewodowych, bezbaterijnych systemach elektronicznych
- C02 Znajomość zasad projektowania i programowania układów elektronicznych o bardzo małym poborze prądu
- C03 Umiejętność zaprojektowania i wykonania systemu bezbaterijnego realizującego komunikację bezprzewodową
- C04 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu systemu bezprzewodowego
- C05 Udział studentów w prowadzonych badaniach w zakresie projektowania energooszczędnych systemów elektronicznych, w tym mikrosystemów

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna zasady projektowania i rozumie specyfikę opracowania oprogramowania dla systemów bezbateryjnych
- PEK\_W02 Zna zasadę działania i kryteria doboru energooszczędnych podzespołów elektronicznych modułów komunikacyjnych

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi zaprojektować, dobrać komponenty i wykonać prototyp bezprzewodowego, bezbateryjnego układu elektronicznego
- PEK\_U02 Potrafi zaprojektować i wykonać oprogramowanie układowe bezprzewodowego systemu bezbateryjnego
- PEK\_U03 Potrafi przedstawiać wyniki własnych badań, pozyskiwać i analizować informację z literatury przedmiotu, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
- PEK\_K02 Potrafi pracować w grupie, realizując zadania określone w programie kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie. Porównanie źródeł energii dla systemów zasilanych bezbateryjnie	2
Wy_02	Charakterystyka podzespołów elektronicznych o ultra-niskim zużyciu energii (ULP)	2
Wy_03	Projektowanie pasywnych i półpasywnych układów bezbateryjnych	2
Wy_04	Pozyskiwanie energii z otoczenia: światło, wibracje, ciepło	2
Wy_05	Pozyskiwanie energii fal radiowych w pasmie UHF	2
Wy_06	Przekazywanie energii przez sprzężenie indukcyjne (LF i HF RFID)	2
Wy_07	Charakterystyka mikrokontrolerów ULP	2
Wy_08	Tryby oszczędzania energii w mikrokontrolerach ULP	2
Wy_09	Zarządzanie energią, przetwornice napięcia i superkondensatory	2
Wy_10	Zegary czasu rzeczywistego (RTC) i oscylatory RC	2
Wy_11	Energooszczędne pamięci SRAM, FRAM, EEPROM i Flash	2
Wy_12	Oprogramowanie układowe (firmware) w układach bezbateryjnych	2
Wy_13	Energooszczędna komunikacja bezprzewodowa	2
Wy_14	Pomiar zużycia energii w układach ULP	2
Wy_15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Prezentacja referencyjnych zestawów ewaluacyjnych ULP i przykładowych projektów	4
Pr_02	Wybór tematów projektów do realizacji i określenie ich założeń funkcjonalnych	4

Pr_03	Raport z realizacji podsystemu zasilania	4
Pr_04	Raport z realizacji oprogramowania mikrokontrolera ULP	4
Pr_05	Raport z realizacji komunikacji bezprzewodowej	4
Pr_06	Uruchomienie i testy kompletnego układu w warunkach laboratoryjnych	10
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
ND_04	Oprogramowanie komputerowe
ND_05	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
ND_06	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

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

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
A1	PEK_W01 PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe w formie pisemnej
A2	PEK_K01	Przygotowanie i przedstawienie referatu lub prezentacji
A3	PEK_W01 PEK_W02	Obecność na zajęciach
C1	PEK_U01 PEK_U02	Terminowość realizacji etapów projektu
C2	PEK_U01 PEK_U02	Ocena realizacji projektów
C3	PEK_U01-PEK_U03	Ocena dokumentacji projektów (sprawozdań)
W	PEK_W01 PEK_W02	$0,8*A1 + 0,1*A2 + 0,1*A3$
P	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	$0,2*C1 + 0,5*C2 + 0,3*C3$

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>Literatura podstawowa</u></b>	
1. K. Holger; Protocols and architectures for wireless sensor networks, 2007	
2. M. Kuorilehto; Ultra-low energy wireless sensor networks in practice: theory, realization and deployment, 2007	
3. N. Zaman; Wireless sensor networks and energy efficiency : protocols, routing, and management, 2012	
4. Y. Zhang; RFID and sensor networks: architectures, protocols, security, and integrations, 2010	
<b><u>Literatura uzupełniająca</u></b>	
1. A. Rida; RFID-enabled sensor design and applications, 2010	
2. H. Lehpamer; RFID design principles, 2012	

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
<b><u>Krzysztof.Urbanski@pwr.edu.pl</u></b>



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Projektowanie bezbateryjnych układów elektronicznych**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W03	C01-C03	Wy_01-Wy_14	ND_01-ND_03
PEK_W02	K2MTR_W03	C01-C03	Wy_01-Wy_14	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U03	C01-C03, C05	Pr_01-Pr_06	ND_03-ND_06
PEK_U02	K2MTR_U03	C01-C03, C05	Pr_01-Pr_06	ND_03-ND_06
PEK_U03	K2MTR_U06	C04	Pr_01-Pr_06	ND_03, ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K01	C01	Wy_01-Wy_14 Pr_01-Pr_06	ND_03
PEK_K02	K2MTR_K03		Pr_01-Pr_06	ND_04-ND_06

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Interfejsy cyfrowe w elektronice</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Digital interfaces in electronics</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021009</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobyć wiedzę o interfejsach cyfrowych stosowanych w mechatronice
- C02 Umiejętność doboru, skonfigurowania i uruchomienia cyfrowego interfejsu komunikacyjnego w projekcie mechatronicznym
- C03 Umiejętność użycia stosów protokołów oraz wykonania dedykowanego oprogramowania w celu realizacji komunikacji cyfrowej
- C04 Udział studentów w prowadzonych badaniach w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności protokołów i interfejsów telekomunikacyjnych w elektronice

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna zasadę działania, kluczowe cechy i kryteria doboru cyfrowego interfejsu komunikacyjnego
- PEK\_W02 Zna zasadę budowy i sposoby użycia stosów protokołów dla zaawansowanych interfejsów cyfrowych

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi wybrać, skonfigurować i przetestować cyfrowy interfejs komunikacyjny na potrzeby realizowanego projektu mechatronicznego
- PEK\_U02 Potrafi wykonać oprogramowanie realizujące komunikację cyfrową
- PEK\_U03 Potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
- PEK\_K02 Potrafi pracować w grupie, realizując zadania zawarte w programie kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Szeregowa, asynchroniczna transmisja danych RS232 / RS485 / UART	2
Wy_02	Komendy AT. Zastosowanie modemów GSM/GPRS w telemetrii	2
Wy_03	Magistrale SPI oraz I2C	2
Wy_04	Cyfrowa komunikacja bezprzewodowa krótkiego zasięgu	2
Wy_05	LIN i CAN w motoryzacji i automatyce	2
Wy_06	Ethernet w automatyce domowej	2
Wy_07	Magistrala USB. Klasy HID, CDC i MSD	2
Wy_08	Kolokwium zaliczeniowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Zajęcia organizacyjne. Konfiguracja środowiska programistycznego i zestawów ewaluacyjnych	4
La_02	Wykonanie oprogramowania klienta oraz serwera terminala znakowego	4
La_03	Moduł GSM/GPRS/Bluetooth: zastosowanie komend AT	4
La_04	I2C oraz SPI w komunikacji mikrokontrolera z układami peryferyjnymi	4
La_05	Implementacja algorytmów dekodera sygnałów podczerwieni RC5 oraz odbiornika OOK	4
La_06	Realizacja bezprzewodowej sieci czujników w topologii gwiazdy	4
La_07	Termin obróbczy	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
ND_04	Oprogramowanie komputerowe
ND_05	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
ND_06	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
A1	PEK_W01 PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe w formie pisemnej
A2	PEK_K01	Przygotowanie i przedstawienie referatu lub prezentacji
A3	PEK_W01 PEK_W02	Obecność na zajęciach
B1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	Oceny z kartkówek weryfikujące przygotowanie do zajęć
B2	PEK_U03	Oceny za sprawozdania z przebiegu realizacji zadań
B3	PEK_U01 PEK_U02	Ocena zadania semestralnego
W	PEK_W01 PEK_W02	$0,8*A1 + 0,1*A2 + 0,1*A3$
L	PEK_U01 PEK_U02	$0,4*B1 + 0,3*B2 + 0,3*B3$

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

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

### Literatura uzupełniająca

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

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Interfejsy cyfrowe w elektronice**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W01	C01	Wy_01-Wy_07	ND_01-ND_03
PEK_W02	K2MTR_W01	C01	Wy_01-Wy_07	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U01	C01-C04	La_01-La_06	ND_03-ND_06
PEK_U02	K2MTR_U01	C01-C04	La_01-La_06	ND_03-ND_06
PEK_U03	K2MTR_U06	C02	La_01-La_06	ND_03,ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K01	C01	Wy_01-Wy_07 La_01-La_06	ND_03
PEK_K02	K2MTR_K03		La_01-La_06	

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Cyfrowa wymiana danych w elektronice</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Digital data exchange in electronics</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021010</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	E			Z	
Liczba punktów ECTS	1			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			1,4	

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

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

#### **CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie wiedzy o interfejsach cyfrowych stosowanych w mechatronice
- C02 Umiejętność doboru, skonfigurowania i uruchomienia cyfrowego interfejsu komunikacyjnego w projekcie mechatronicznym
- C03 Umiejętność użycia stosów protokołów oraz wykonania dedykowanego oprogramowania w celu realizacji komunikacji cyfrowej
- C04 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu zawierającego podsystem komunikacji cyfrowej
- C05 Udział studentów w prowadzonych badaniach w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności protokołów i interfejsów telekomunikacyjnych w elektronice

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna zasadę działania, kluczowe cechy i kryteria doboru cyfrowego interfejsu komunikacyjnego  
PEK\_W02 Zna zasadę budowy i sposoby użycia stosów protokołów dla zaawansowanych interfejsów cyfrowych

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi zaprojektować i wykonać układ elektroniczny realizujący komunikację przy użyciu odpowiedniego do tego celu interfejsu cyfrowego  
PEK\_U02 Potrafi wykonać oprogramowanie realizujące komunikację cyfrową  
PEK\_U03 Potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach  
PEK\_K02 Potrafi pracować w grupie, realizując zadania zawarte w programie kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Szeregowa, asynchroniczna transmisja danych RS232/RS485/UART	2
Wy_02	Kontrola przepływu i weryfikacja spójności danych w interfejsach znakowych asynchronicznych	2
Wy_03	Znakowo zorientowane szeregowo magistrale synchroniczne	2
Wy_04	Bezprzewodowe, cyfrowe interfejsy komunikacyjne małej mocy	2
Wy_05	Interfejsy cyfrowe o zwiększonym zasięgu i podwyższonej odporności na zakłócenia	2
Wy_06	Interfejsy rodziny IEEE 802.3 zorientowane pakietowo – warstwa 1 i 2 modelu ISO/OSI	2
Wy_07	Szeregowa magistrala USB - specyfikacja, tryby pracy, klasy urządzeń	2
Wy_08	Kolokwium zaliczeniowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Zajęcia organizacyjne. Konfiguracja środowiska programistycznego i zestawów ewaluacyjnych	4
Pr_02	Implementacja aplikacji GUI na potrzeby komunikacji z mikrokontrolerem lub innym urządzeniem przez port szeregowy	6
Pr_03	Praktyczne zastosowanie wybranego interfejsu bezprzewodowego (RF lub Ir)	8
Pr_04	Implementacja i użycie stosu TCP / UDP lub stosu USB w mikrokontrolerze	8
Pr_05	Prezentacja projektu końcowego	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
ND_04	Oprogramowanie komputerowe
ND_05	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
ND_06	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
A1	PEK_W01 PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe w formie pisemnej
A2	PEK_K01	Przygotowanie i przedstawienie referatu lub prezentacji
A3	PEK_W01 PEK_W02	Obecność na zajęciach
C1	PEK_U01 PEK_U02	Terminowość realizacji etapów projektu
C2	PEK_U01 PEK_U02	Ocena realizacji projektów
C3	PEK_U03	Ocena dokumentacji projektów (sprawozdań)
W	PEK_W01 PEK_W02	$0,8*A1 + 0,1*A2 + 0,1*A3$
P	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	$0,2*C1 + 0,5*C2 + 0,3*C3$

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

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

### Literatura uzupełniająca

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

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

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



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Cyfrowa wymiana danych w elektronice**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W01	C01, C02	Wy_01-Wy_07	ND_01- ND_03
PEK_W02	K2MTR_W01	C01, C03	Wy_01-Wy_07	ND_01- ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U01	C01, C02, C05	Pr_01-Pr_05	ND_03-ND_06
PEK_U02	K2MTR_U01	C01-C03, C05	Pr_01-Pr_05	ND_03-ND_06
PEK_U03	K2MTR_U06	C04	Pr_01-Pr_05	ND_03, ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K01	C01	Wy_01-Wy_07 Pr_01-Pr_05	ND_03
PEK_K02	K2MTR_K03		Pr_01-Pr_05	ND_04-ND_06

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Układy przetwarzania sygnałów**Nazwa w języku angielskim: **Signal processing systems**Kierunek: **Mechatronika**Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny / Wydziałowy**Kod przedmiotu: **MCD021011**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studenta z ideą mikroprocesorów sygnałowych oraz technikami programistycznymi umożliwiającymi analizę i przetwarzanie sygnałów w czasie rzeczywistym
- C02 Nauczenie umiejętności implementacji podstawowych algorytmów przetwarzania sygnałów w układach mikroprocesorów sygnałowych (przetwarzanie online)
- C03 Zapoznanie studentów z podstawowymi liniowymi i nieliniowymi układami elektronicznymi
- C04 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C05 Udział studentów w prowadzonych badaniach w dziedzinach powiązanych z przetwarzaniem sygnałów pochodzących z układów MEMS/NEMS

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Posiada podstawową wiedzę w zakresie analogowych liniowych i nieliniowych układów elektronicznych
- PEK\_W02 Posiada podstawową wiedzę w zakresie architektury procesorów sygnałowych, technik programistycznych i wsparcia sprzętowego dla algorytmów przetwarzania sygnałów

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi zaimplementować algorytmy cyfrowej filtracji i syntezy sygnałów z wykorzystaniem buforów kołowych. Potrafi zaimplementować efektywną akwizycję sygnałów z wykorzystaniem układu kontroli przerw i układu bezpośredniego dostępu do pamięci
- PEK\_U02 Potrafi zaproponować architekturę liniowego i nieliniowego układ elektronicznego tak aby spełniał założenia projektowe

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Prawidłowo identyfikuje, rozwiązuje i wdraża, współdziałając w grupie, wiedzę z zakresu projektowania i stosowania układów elektronicznych
- PEK\_K02 Potrafi współdziałać i pracować w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role

## TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wzmacniacz operacyjny - podstawowe układy	2
Wy_02	Przetworniki AC i CA-klasyfikacja i właściwości	2
Wy_03	Układy różnicowe i podstawowe układy akwizycji danych	2
Wy_04	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 - układy	1
Wy_05	Mikroprocesorowe układy akwizycji danych – aspekty programistyczne, system przerw, układ DMA	2
Wy_06	Buforowanie danych – bufony kołowe i bufony „ping-pong”	2
Wy_07	Filtracja sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	2
Wy_08	Cyfrowa synteza sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	1
Wy_09	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 - sygnały	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wzmacniacze operacyjne	3
La_02	Wzmacniacze mocy	3
La_03	Filtry sygnałowe	3
La_04	Pętla synchronizacji fazowej PLL	3
La_05	Termin poprawkowy	3
La_06	Zajęcia wprowadzające, wprowadzenie do środowiska programistycznego Code Composer Studio firmy Texas Instruments	3
La_07	Akwizycja danych- układ kontroli przerw, układ DMA	3
La_08	Filtracja sygnałów w czasie rzeczywistym	3
La_09	Cyfrowa synteza sygnałów – przetwarzanie w czasie rzeczywistym	3
La_10	Termin poprawkowy	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Prezentacja ustna z użyciem środków audiowizualnych
ND_02	Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem zestawu dydaktycznego do programowania procesorów sygnałowych na bazie makiety dydaktycznej firmy Texas Instruments oraz urządzeń do generacji i obserwacji sygnałów
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_05	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_06	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe nr 1
F2 (wykład)	PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe nr 2
F3-F5	PEK_U02, PEK_K01	Oceny zarówno przygotowania do jak i pracy na poszczególnych laboratoriach
F6-F8	PEK_U01, PEK_K01	Oceny zarówno przygotowania do jak i pracy na poszczególnych laboratoriach
P (wykład)=(F1+F2)/2		
P (laboratorium)=(F3+F4+F5+F6+F7+F8)/6		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

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

#### Literatura uzupełniająca

1. Dokumentacja techniczna procesorów DSP dostępna na stronach producentów

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**Teodor.Gotszalk@pwr.edu.pl, Grzegorz.Jozwiak@pwr.edu.pl**

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Układy przetwarzania sygnałów**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W16	C03, C05	Wy_01-Wy_04	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_W02	K2MTR_W16	C01, C02, C05	Wy_05-Wy_09	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U17	C02, C05	La_06-La_10	ND_02, ND_05
PEK_U02	K2MTR_U17	C03, C05	La_01-La_05	ND_02,ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K09	C04, C05	La_01-La_10	ND_02,ND_05
PEK_K02	K2MTR_K03	C04	La_01-La10	ND_01-ND_06

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Projektowanie układów przetwarzania sygnałów</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Design of signal processing systems</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD021012</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			1,4	

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
1. Wiedza z zakresu układów logiki cyfrowej
2. Umiejętność programowania w języku C
3. Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki i przyrządów półprzewodnikowych

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C01 Zapoznanie studenta z ideą mikroprocesorów sygnałowych oraz technikami programistycznymi umożliwiającymi analizę i przetwarzanie sygnałów w czasie rzeczywistym
C02 Nauczenie umiejętności implementacji podstawowych algorytmów przetwarzania sygnałów w układach mikroprocesorów sygnałowych (przetwarzanie online)
C03 Zapoznanie studentów z podstawowymi liniowymi i nieliniowymi układami elektronicznymi
C04 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
C05 Udział studentów w prowadzonych badaniach w dziedzinach powiązanych z przetwarzaniem sygnałów pochodzących z układów MEMS/NEMS

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Posiada podstawową wiedzę w zakresie analogowych liniowych i nieliniowych układów elektronicznych
- PEK\_W02 Posiada podstawową wiedzę w zakresie architektury procesorów sygnałowych, technik programistycznych i wsparcia sprzętowego dla algorytmów przetwarzania sygnałów

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi zaimplementować algorytmy cyfrowej filtracji i syntezy sygnałów z wykorzystaniem buforów kołowych. Potrafi zaimplementować efektywną akwizycję sygnałów z wykorzystaniem układu kontroli przerwań i układu bezpośredniego dostępu do pamięci
- PEK\_U02 Potrafi zaproponować architekturę liniowego i nieliniowego układ elektronicznego tak aby spełniał założenia projektowe

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Prawidłowo identyfikuje, rozwiązuje i wdraża, współdziałając w grupie, wiedzę z zakresu projektowania i stosowania układów elektronicznych
- PEK\_K02 Potrafi współdziałać i pracować w grupie laboratoryjnej, przyjmując w niej różne role

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Projektowanie układów na bazie wzmacniaczy operacyjnych - podstawowe układy	2
Wy_02	Przetworniki AC i CA-klasyfikacja, właściwości i zastosowania	2
Wy_03	Konstrukcje układów różnicowych i podstawowych układów akwizycji danych	2
Wy_04	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 – układy, konstrukcje i zastosowania	1
Wy_05	Projektowanie systemów przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem układów mikroprocesorów sygnałowych – od problemu do rozwiązania	1
Wy_06	Akwizycja sygnałów, obsługa urządzeń zewnętrznych, popularne rozwiązania techniczne	2
Wy_07	Optymalizacja procesu akwizycji sygnałów – metody buforowania danych	2
Wy_08	Metody analizy i przetwarzania sygnałów – algorytmy, złożoność obliczeniowa i wsparcie sprzętowe	2
Wy_09	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 – sygnały	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Konstrukcja układów ze wzmacniaczami operacyjnymi	3
Pr_02	Zastosowania i charakterystyka układów wzmacniacze mocy	3
Pr_03	Projekt filtrów sygnałowych	3
Pr_04	Zastosowania układów z pętla synchronizacji fazowej PLL	3
Pr_05	Termin poprawkowy	3
Pr_06	Wprowadzeni do środowiska programistycznego Code Composer Studio, organizacja grup projektowych i omówienie tematów projektów	3
Pr_07	Dyskusja i uzgodnienie koncepcji akwizycji sygnałów	3
Pr_08	Dyskusja i uzgodnienie koncepcji algorytmów przetwarzania i analizy sygnałów	3
Pr_09	Testy opracowanego rozwiązania, weryfikacja założeń lub optymalizacja	3

Pr_10	Prezentacja i ocena opracowanego rozwiązania.	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Prezentacja ustna z użyciem środków audiowizualnych
ND_02	Zajęcia laboratoryjne z wykorzystaniem zestawu dydaktycznego do programowania procesorów sygnałowych na bazie makiety dydaktycznej firmy Texas Instruments oraz urządzeń do generacji i obserwacji sygnałów
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_05	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_06	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe nr 1
F2 (wykład)	PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe nr 2
F3	PEK_U01, PEK_K01	Ocena opracowanego projektu systemu przetwarzania sygnałów
F4	PEK_U02, PEK_K01	Ocena opracowanego projektu układu elektronicznego
P(wykład)=(F1+F2)/2		
P(projekt)=(F3+F4)/2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

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

#### Literatura uzupełniająca

1. Dokumentacja techniczna procesorów DSP dostępna na stronach producentów

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Teodor.Gotszalk@pwr.edu.pl](mailto:Teodor.Gotszalk@pwr.edu.pl), [Grzegorz.Jozwiak@pwr.edu.pl](mailto:Grzegorz.Jozwiak@pwr.edu.pl)



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Projektowanie układów przetwarzania sygnałów**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W16	C03, C05	Wy_01-Wy_04	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_W02	K2MTR_W16	C01, C02, C05	Wy_05-Wy_09	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U17	C02, C05	Pr_06-Pr_10	ND_02, ND_05
PEK_U02	K2MTR_U17	C03, C05	Pr_01-Pr_05	ND_02,ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K09	C04	Pr_01-Pr_10	ND_02,ND_05
PEK_K02	K2MTR_K03	C04	Pr_01-Pr10	ND_01-ND_06

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Technika Światłowodowa</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Fiber Optics Technology</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022001</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

1. Podstawowe wiadomości z fizyki i optyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z najważniejszymi właściwościami i parametrami światłowodów
- C02 Zdobywanie wiedzy o podstawowych technikach wytwarzania światłowodów i elementów światłowodowych
- C03 Zdobywanie podstawowych umiejętności pomiaru i wytwarzania elementów światłowodowych
- C04 Udział studentów w badaniach prowadzonych na Wydziale w zakresie techniki światłowodowej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie techniki światłowodowej, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia fizycznych podstaw działania światłowodów i systemów telekomunikacji optycznej

### Z zakresu umiejętności

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

PEK\_U02 Potrafi obsługiwać podstawową aparaturę pomiarową i montować systemy pomiarowe w zakresie techniki światłowodowej

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Pracuje samodzielnie i w zespole

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie – klasyfikacja i zastosowania światłowodów	2
Wy_02	Podstawowe właściwości światłowodów	2
Wy_03	Analiza propagacji fali świetlnej w światłowodzie	2
Wy_04	Wytwarzanie światłowodów planarnych	2
Wy_05	Wytwarzanie światłowodów włóknistych	2
Wy_06	Montaż elementów światłowodowych i optoelektronicznych	2
Wy_07	Łączność światłowodowa	1
Wy_08	Test - kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Pomiar apertury numerycznej	3
La_02	Pomiar tłumienia światłowodów plastikowych	3
La_03	Przygotowanie i pomiar złączki światłowodowej	3
La_04	Pomiar linii światłowodowej za pomocą reflektometru optycznego	3
La_05	Wytwarzanie i pomiary światłowodów planarnych	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją

ND\_02 Wspomaganie wykładu metodami e-learningu

ND\_03 Laboratorium: krótkie sprawdziany na początku zajęć, ćwiczenia do wykonania w grupie

ND\_04 Praca własna – przygotowanie do wykładu wybranych zagadnień

ND\_05 Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych

ND\_06 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

ND\_07 Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 (Wykład)	PEK_W01	Test lub kolokwium końcowe (ocena podsumowująca)
F1 (Wykład)	PEK_W01	Dyskusje, konsultacje, testy on-line (ocena formująca)
P1 (Laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02	Kartkówki, ocena wykonania ćwiczenia (ocena podsumowująca)
F1 (Laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02	Dyskusje, konsultacje, kartkówki (Ocena formująca)

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

- Skrypt: S. Patela, Podstawy techniki światłowodowej

#### Literatura uzupełniająca

- M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej. Wydaw. Nauk.-Techn., 1992

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**Sergiusz.Patela@pwr.edu.pl**

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Technika światłowodowa

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W12	C01, C02	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_02, ND_04, ND_06, ND_07
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U13	C01-C04	La_01	ND_03, ND_05
PEK_U02	K2MTR_U13	C03, C04	La_01-La_05	ND_03, ND_05, ND_07
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K03	C01-C03	La_01-La_05	ND_02, ND_03, ND_07

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Czujniki chemiczne i światłowodowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Chemical and optoelectronic sensors</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022002</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		90		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		3		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		3		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		2,1		

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie wiedzy o konstrukcjach i czujnikach chemicznych, biochemicznych i nosach elektrochemicznych
- C02 Zdobycie wiedzy o elektrolitach, a w szczególności o elektrolitach stałych i czujnikach elektrochemicznych do pomiaru stężenia gazów
- C03 Zdobycie wiedzy o specyficznych właściwościach wody i metoda określania wilgotności
- C04 Zdobycie wiedzy o światłowodowych systemach czujnikowych stosowanych w pomiarach wybranych wielkości fizycznych i chemicznych
- C05 Uczestniczenie w badaniach czujników opracowywanych na Wydziale

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie metod detekcji lotnych substancji oraz gazów, niezbędną do zrozumienia zjawisk wykorzystywanych w pracy czujników wilgotności, elektrochemicznych, biosensorach oraz nosach elektronicznych
- PEK\_W02 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie optyki geometrycznej i falowej, niezbędną do zrozumienia zjawisk wykorzystywanych w pracy czujników światłowodowych takich jak odbicie, absorpcja, rozpraszanie, interferencja

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi określić odpowiedni rodzaj czujnika i za jego pomocą określić stężenia różnych substancji chemicznych oraz przeprowadzić dyskusję wyników pomiarowych podając czułość i dokładność pomiarową
- PEK\_U02 Potrafi przeprowadzić dyskusję wyników pomiarowych pozwalających określić czułość i dokładność pomiarową światłowodowych układów czujnikowych oraz zaproponować usprawnienia konstrukcji badanych głowic światłowodowych

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Rozumie potrzebę stosowania czujników do pomiarów różnych substancji chemicznych i biochemicznych w celu ochrony środowiska i w medycynie
- PEK\_K02 Otwartość na innowacyjne rozwiązania służące realizacji pomiarów parametrów fizycznych i chemicznych ważnych dla współczesnej techniki, medycyny

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Czujniki chemiczne definicja, rodzaje, techniki wytwarzania, obszary zastosowań	2
Wy_02	Procesy fizykochemiczne zachodzące w chemicznych czujnikach gazu i parametry czujników	2
Wy_03	Właściwości fizykochemiczne wody i metody detekcji wilgotności	1
Wy_04	Nosy elektroniczne i biosensory	2
Wy_05	Charakterystyka światłowodowych systemów pomiarowych	2
Wy_06	Sposoby modulacji parametrów fali świetlnej stosowane w czujnikach światłowodowych	2
Wy_07	Zastosowania światłowodowych siatek Bragga w układach czujnikowych	1
Wy_08	Światłowodowe systemy czujnikowe stosowane w przemyśle chemicznym, energetyce, medycynie i ochronie naturalnego środowiska	2
Wy_09	Kolokwium zaliczeniowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wprowadzenie do laboratorium	3
La_02	Charakteryzacja rezystancyjnych czujników gazu	3
La_03	Charakteryzacja czujników wilgotności	3
La_04	Charakteryzacja czujników elektrochemicznych ze stałym elektrolitem	3
La_05	Charakteryzacja czujnika konduktometrycznego cieczy	3

La_06	Odbiciowy czujnik przemieszczeń liniowych	3
La_07	Światłowodowy czujnik przemieszczeń kątowych	3
La_08	Pomiar charakterystyki przetwarzania czujnika mikrougięciowego	3
La_09	Zastosowania siatek Bragga w układach czujnikowych	3
La_10	Termin odróbczy	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	dyskusje i konsultacje, egzamin
F2 (laboratorium)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	kartkówki zaliczeniowe sprawozdania z laboratoriów

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. L. Hozer, Półprzewodnikowe materiały ceramiczne z aktywnymi granicami ziaren, PWN, 1998
2. Okada, Christopher T., Humidity Sensors : Types, Nanomaterials, and Environmental Monitoring, 2011
3. W. Jakubowski, Przewodniki superjonowe, Właściwości fizyczne i zastosowania, WNT 1988
4. W. Gopel, J. Hesse, J. N. Zemel, Sensors, VCH Publ. INC, New York 1989
5. Francis T. S. Yu, Shizhuo Yin, Marcel Dekker, Fiber Optic Sensors, Inc. 2002
6. J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: principles and components, vol. one, Artech House 1988
7. J. Dakin, B. Culshaw, Optical Fiber Sensors: systems and applications, vol. two, Artech House 1988
8. Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa 2006
9. P. Ciureanu, S. Middelhoek, Thin film resistive sensors, Inst. Of Physics Publ. 1992

#### Literatura uzupełniająca

1. Materiały konferencyjne z międzynarodowej konferencji Euroensors
2. Materiały konferencyjne z krajowej konferencji Czujniki optoelektroniczne i elektroniczne

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**[Helena.Teterycz@pwr.edu.pl](mailto:Helena.Teterycz@pwr.edu.pl)**

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Czujniki chemiczne i światłowodowe**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W15	C01-C04	Wy_01-Wy_04	ND_01, ND_03, ND_04, ND_05
PEK_W02	K2MTR_W15	C01-C04	Wy_05-Wy_08	ND_01, ND_03, ND_04, ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U16	C01-C05	La_01-La_05, La_10	ND_01-ND_04
PEK_U02	K2MTR_U16	C01-C05	La_01, La_06-La_10	ND_01-ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K08	C01-C05	Wy_01-Wy_08, La_01-La_10	ND_01-ND_05
PEK_K02	K2MTR_K08	C01-C05	Wy_01-Wy_08, La_01-La_10	ND_01-ND_05



<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>MOEMS</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>MOEMS</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022003</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		90		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		3		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		3		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		2,1		

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

1. Podstawowa wiedza na temat techniki mikrosystemów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Celem wykładu jest zapoznanie studentów z rodziną podzespołów i instrumentów mikrosystemowych, w których wprowadzone są funkcje optyczne, noszące wspólną nazwę urządzeń mikro-elektrycznych-mechaniczno-optycznych MEOMS. Student, po wysłuchaniu wykładu, będzie rozumiał jak zbudowane i wytwarzane są MEOMS'y, będzie rozumiał działanie i zastosowanie MEOMS'ów w nowoczesnej technice
- C02 Udział w prowadzonych badaniach naukowych nad MOEMS'ami

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Dokonuje prawidłowego doboru MOEMSów do zastosowań praktycznych. Potrafi zaplanować eksperyment pomiarowy, posłużyć się właściwie dobranymi przyrządami i systemami pomiarowymi, oszacować niepewność pomiarów i opracować wyniki pomiarów

### Z zakresu kompetencji społecznych

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Zbieżność konstrukcji i technologii MEMS-MEOMS, klasyfikacja MEOMS-ów, pole zastosowania, rynek i producenci, rys historyczny i przewidywany rozwój	2
Wy_02	Nieruchome komponenty mikro optyczne: sprzęgacze i mikrosoczewki, siatki dyfrakcyjne 1-D i 2-D, mikro-ławy optyczne i inne	2
Wy_03	Modulatory i filtry, mikro-spektrofotometri LIGA. Ruchome komponenty mikro optyczne: lustra, elementy mikro-optyki adaptatywnej.. Rzutniki DMD, mikroskopy konfokalne i SNOM on-chip, pamięć optyczno-mechaniczna	2
Wy_04	Mikro-czujniki wielkości fizycznych i chemicznych typu MEOMS, mikroczujniki w mikro-analityce. Mikro-czujniki fotometryczne VIS i NIR w chemii, biologii i medycynie.	2
Wy_05	Mikro-czujniki fluorymetryczne: czynnik skali, chromofory, źródła światła wzbudzającego i detektory. Zastosowanie w DNA-chipach i innych instrumentach	2
Wy_06	Zintegrowany mikro zegar atomowy z wykorzystaniem zjawiska CPT	2
Wy_07	Magnetometry optyczne i interferometry zintegrowane on-chip.	2
Wy_08	Podsumowanie oraz kolokwium	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wprowadzenie, specyfika eksperymentów	3
La_02	Przełącznik MOEMS światłowodowy	3
La_03	Mikroprojektor matrycowy DMD	3
La_04	Mikrospektrometr zintegrowany VIS/NIR	3
La_05	Analizator MOEMS absorbancyjny cieczowy VIS I VIS/NIR	3
La_06	Analizator MOEMS fluorymetryczny	3
La_07	Optyczna komórka cezowa MOEMS dla mikrozegara atomowego	3
La_08	Detektor MOEMS ciśnienia/promieniowania	3
La_09	Mikrosystem DNA z optyczną detekcją CCD	3
La_10	Termin odróbczy	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

ND\_01 Wykład  
ND\_02 Laboratorium

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P1	PEK_U01, PEK_U02	Oceny cząstkowe z poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****Literatura podstawowa**

1. Manouchehr E. Motamedi; MOEMS, SPIE Press, 2005

**Literatura uzupełniająca**

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

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**Jan.Dziuban@pwr.edu.pl**

**MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU****MOEMS****Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU****Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W11	C01, C02	Wy_01-Wy_08	ND_01, ND_02
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U10 K2MTR_U11	C01, C02	La_01-La_10	ND_02
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K03	C01, C02	La_01-La_10	ND_02

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Nowoczesna diagnostyka materiałowa</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Novel diagnostic methods</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022004</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		
Forma zaliczenia	E		Z		
Liczba punktów ECTS	2		4		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		4		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		2,8		

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

1. Posiada wiedzę z zakresu metrologii oraz zastosowania aparatury kontrolno-pomiarowej
2. Zna i rozumie metody pomiaru wielkości fizycznych i charakterystyk mierzonych obiektów
3. Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zaawansowanych technologii mikroelektronicznych, procesów przyrządowych wytwarzania cienko- i grubowarstwowych elementów i układów elektronicznych
4. Posiada podstawową wiedzę z zakresu konstrukcji układów elektronicznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Posiada uporządkowaną wiedzę dotyczącą nowoczesnych metod badawczych stosowanych do diagnostyki materiałów i struktur elektronicznych
- C02 Potrafi dobrać odpowiednią metodę badawczą do diagnostyki materiałów i struktur elektronicznych i wykorzystać ją w zakresie badań laboratoryjnych
- C03 Udział studentów w prowadzonych pracach badawczych w zakresie diagnostyki materiałowej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Posiada uporządkowaną wiedzę dotyczącą nowoczesnych metod badawczych stosowanych do diagnostyki materiałów i struktur elektronicznych

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi dobrać odpowiednią metodę badawczą do diagnostyki materiałów i struktur elektronicznych

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi współpracować w grupie w ramach realizacji badań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do diagnostyki materiałów – podstawowe zadania i znaczenie metod diagnostycznych w charakteryzacji materiałów i struktur dla mikro – i nanoelektroniki	2
Wy_02	Klasyfikacja i systematyka nowoczesnych metod diagnostycznych wykorzystywanych w elektronice	2
Wy_03	Spektroskopia impedancyjna w pomiarach mechanizmów przewodnictwa i polaryzacji materiałów dielektrycznych	2
Wy_04	Elektryczne metody zmiennoprądowe w pomiarach właściwości piezoelektryków, ferromagnetyków i przyrządów wykonanych z tych materiałów	2
Wy_05	Diagnostyka materiałów mono- i polikrystalicznych metodami dyfrakcji rentgenowskiej	2
Wy_06	Badania mikro- i nanostruktur metodami zogniskowanych wiązek jonów i elektronów	2
Wy_07	Badania właściwości nanostruktur zespolonymi metodami mikroskopii bliskich oddziaływań, mikroskopii elektronowej i jonowej	2
Wy_08	Pomiary parametrów elektrycznych materiałów półprzewodnikowych - EC-V, C-V	2
Wy_09	Optyczne metody badania parametrów materiałów półprzewodnikowych w temperaturze pokojowej i ciekłego azotu (fotoluminescencja)	2
Wy_10	Bezkontaktowe metody pomiarów parametrów elektrycznych - sonda mikrofalowa, mapowanie rezystancji powierzchniowej	2
Wy_11	Wykorzystanie skaningowej mikroskopii elektronowej oraz spektrometrii rentgenowskiej z dyspersją energii w diagnostyce materiałów i struktur półprzewodnikowych	2
Wy_12	Metody badania materiałów dla transparentnej elektroniki	2
Wy_13	Metody badania właściwości wielofunkcyjnych powłok tlenkowych	2
Wy_14	Zastosowanie metod rentgenowskich do badania podzespołów elektronicznych	2
Wy_15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La_01	Laboratorium wstępne	3
La_02	Materiały piezoelektryczne: pomiar prostego i odwrotnego zjawiska piezoelektrycznego	3
La_03	Spektroskopia impedancyjna: pomiar i analiza widm impedancyjnych materiałów i przyrządów	3
La_04	Pomiar właściwości materiałów magnetycznych miękkich	3
La_05	Zastosowanie dyfrakcji rentgenowskiej w diagnostyce materiałów mono- i polikrystalicznych	3
La_06	Badania mikro- i nanostruktur metodami zogniskowanych wiązek jonów i elektronów	3
La_07	Badania właściwości nanostruktur zespolonymi metodami mikroskopii bliskich oddziaływań, mikroskopii elektronowej i jonowej	3
La_08	Pomiary parametrów elektrycznych materiałów półprzewodnikowych - EC-V, C-V	3
La_09	Optyczne metody badania parametrów materiałów półprzewodnikowych w temperaturze pokojowej i ciekłego azotu (fotoluminescencja)	3
La_10	Bezkontaktowe metody pomiarów parametrów elektrycznych - sonda mikrofalowa, mapowanie rezystancji powierzchniowej	3
La_11	Wykorzystanie skaningowej mikroskopii elektronowej oraz spektrometrii rentgenowskiej z dyspersją energii w diagnostyce materiałów i struktur półprzewodnikowych	3
La_12	Wyznaczanie podstawowych parametrów wielofunkcyjnych powłok optycznych na podstawie pomiarów transmisji i odbicia światła oraz profilometrii	3
La_13	Określanie właściwości antystatycznych i rezystancji powierzchniowej różnego rodzaju materiałów	3
La_14	Określenie właściwości fotokatalitycznych materiałów nanokrystalicznych	3
La_15	Zastosowanie metod rentgenowskich do badania podzespołów elektronicznych	3
<b>Suma godzin</b>		<b>45</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna, przygotowanie do zajęć
ND_04	Sprzęt laboratoryjny
ND_05	Instrukcje

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

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe w formie pisemnej
F1	PEK_U01	Obecność na zajęciach
F2	PEK_U01	Sprawozdania z zajęć laboratoryjnych
L	PEK_U01	$=(F1 + F2)/2$

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. T. Gotszalk, „Systemy mikroskopii bliskich oddziaływań w badaniach mikro- i nanostruktur”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2004
2. Domaradzki J., Powłoki optyczne na bazie TiO<sub>2</sub>, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2010
3. Kaczmarek D., Modyfikacja wybranych właściwości cienkich warstw TiO<sub>2</sub>, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2008
4. P. Matkowski, T. Fałat, „Zastosowanie tomografii komputerowej do oceny jakości mikrostruktur elektronicznych” 2012, Elektronika R. 53, nr 2, s. 48-51
5. Mikroskopia elektronowa, pod red. Andrzeja Barbackiego

### Literatura uzupełniająca

1. Schröder D., Semiconductor material and device characterization, J. Wiley & Sons, INC., USA, 1998
2. R. Czerniak, "Nowe algorytmy rekonstrukcji obrazu z projekcji z zastosowaniem sieci neuronowych typu Hopfielda", Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, 2006
3. W. Zhou, Z. Lin Wang (ed.), Scanning Microscopy for Nanotechnology: Techniques and Applications, Springer 2006

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Przemyslaw.Matkowski@pwr.edu.pl](mailto:Przemyslaw.Matkowski@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Nowoczesna diagnostyka materiałowa

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### **Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W06	C01	Wy_01-Wy_14	ND_01 ND_02
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U04	C02, C03	La_01-La_14	ND_03-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K03		La_01-La_14	

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Wirtualne przyrządy pomiarowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Virtual instruments</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022005</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		2		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,4		

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z nowoczesną aparaturą pomiarową współpracującą w systemie pomiarowym z komputerem i zasadami tworzenia z nich wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C02 Przedstawienie najpopularniejszych sposobów oprogramowania wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C03 Utrwalenie wiedzy teoretycznej poprzez praktyczne ćwiczenia w tworzeniu i oprogramowaniu wirtualnych systemów pomiarowych
- C04 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C05 Udział studentów w badaniach naukowych wymagających zestawienia i/lub oprogramowania zautomatyzowanego stanowiska pomiarowego



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Posiada wiedzę dotyczącą konstrukcji i działania nowoczesnych przyrządów pomiarowych, sposobach wymiany informacji i sterowania nimi przez komputer oraz zasadach tworzenia i oprogramowywania przyrządów wirtualnych

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi zaprojektować, zestawić oraz oprogramować wirtualny przyrząd pomiarowy

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Dostrzega pozytywne aspekty stosowania wirtualnej aparatury kontrolno-pomiarowej w praktyce inżynierskiej.

PEK\_K02 Potrafi współpracować w grupie laboratoryjnej w trakcie realizacji zadań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Budowa i użytkowanie nowoczesnej aparatury pomiarowej i wirtualnych przyrządów pomiarowych.	3
Wy_02	Interfejsy, magistrale i protokoły w wirtualnych przyrządach pomiarowych	3
Wy_03	Standardy IEEE 488 i SCPI	3
Wy_04	Wirtualne przyrządy pomiarowe i LabVIEW	3
Wy_05	Inne interfejsy programistyczne do komunikacji z przyrządami pomiarowymi	2
Wy_06	Kolokwium	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Zajęcia organizacyjne, podstawy LabVIEW	3
La_02	Zestawianie systemu pomiarowego, podstawowa konfiguracja urządzeń oraz wymiana danych pomiędzy komputerem	3
La_03	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w programach tworzonych w LabVIEW	3
La_04	Projekt, zestawienie i oprogramowanie prostego wirtualnego przyrządu pomiarowego	9
La_05	Projekt, zestawienie i oprogramowanie zaawansowanego wirtualnego przyrządu pomiarowego	12
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Wykład z prezentacjami i dyskusją  
ND\_02 Materiały do wykładu i laboratorium  
ND\_03 Konsultacje  
ND\_04 Praca własna  
ND\_05 Ocena postępów realizacji zadań w trakcie laboratorium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 (laboratorium)	PEK_U01	Oceny zadań realizowanych w trakcie zajęć

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Wiesław Winiecki, Wirtualne przyrządy pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (2003)
2. Chruściel Marcin, LabVIEW w praktyce, Wydawnictwo BTC 2008
3. Dariusz Świsulski, Komputerowa technika pomiarowa: oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, Agenda Wydawnicza PAK 2005
4. Augustyn Chwaleba, Metrologia Elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2010
5. Thomas J. Bress, Effective LabVIEW Programming, NTS Press 2013

#### Literatura uzupełniająca

1. Agilent 34401A 6½ Digit Multimeter Users Guide, Agilent Technologies
2. Agilent 33220A 20 MHz Function / Arbitrary Waveform Generator Users Guide, Agilent Technologies
3. Agilent E364xA Dual Output DC Power Supplies Users Guide, Agilent Technologies
4. Agilent 3000 Series Oscilloscopes Programmer's Reference, Agilent Technologies

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Tomasz.Piasecki@pwr.edu.pl](mailto:Tomasz.Piasecki@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Wirtualne przyrządy pomiarowe

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W19	C01, C02, C05	Wy_01-Wy_06	ND_01-ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U20	C03, C05	La_01-La_05	ND_02-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K12	C03, C05	La_01-La_05	ND_02-ND_05
PEK_K02	K2MTR_K03	C04, C05	La_01-La_05	ND_05

**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych**Nazwa w języku angielskim: **Virtual instruments programming**Kierunek: **Mechatronika**Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny / Wydziałowy**Kod przedmiotu: **MCD022006**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			1,4	

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

1. Podstawowa wiedza z metrologii elektrycznej
2. Znajomość podstaw programowania w językach obiektowych
3. Zalecana znajomość języka angielskiego na poziomie umożliwiającym czytanie tekstów technicznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z nowoczesną aparaturą pomiarową współpracującą w systemie pomiarowym z komputerem i zasadami tworzenia z nich wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C02 Przedstawienie najpopularniejszych sposobów oprogramowania wirtualnych przyrządów pomiarowych
- C03 Utrwalenie wiedzy teoretycznej poprzez praktyczne ćwiczenia w oprogramowaniu wirtualnych systemów pomiarowych
- C04 Utrwalenie umiejętności pracy w grupie
- C05 Udział studentów w badaniach naukowych wymagających zestawienia i/lub oprogramowania zautomatyzowanego stanowiska pomiarowego

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Posiada wiedzę dotyczącą konstrukcji i działania nowoczesnych przyrządów pomiarowych, sposobach wymiany informacji i sterowania nimi przez komputer oraz zasadach tworzenia i oprogramowywania przyrządów wirtualnych

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi oprogramować wirtualny przyrząd pomiarowy

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Dostrzega pozytywne aspekty stosowania wirtualnej aparatury kontrolno-pomiarowej w praktyce inżynierskiej

PEK\_K02 Potrafi współpracować w grupie studenckiej w trakcie realizacji zadań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wirtualne przyrządy pomiarowe – zestawianie, zasady wymiany informacji z elementami składowymi oraz oprogramowanie	3
Wy_02	Standardy IEEE 488 i SCPI w wymianie informacji pomiędzy komputerem a elementami wirtualnego przyrządu pomiarowego	3
Wy_03	Podstawy środowiska LabVIEW i zasady programowania wirtualnych przyrządów pomiarowych w tym środowisku.	3
Wy_04	Przetwarzanie danych i sygnałów w LabVIEW	3
Wy_05	Obsługa elementów składowych wirtualnych przyrządów pomiarowych w programach w C, C++ i C# za pośrednictwem bibliotek VISA	2
Wy_06	Kolokwium	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Zajęcia organizacyjne, podstawy LabVIEW	3
Pr_02	Obsługa podstawowych elementów składowych przyrządu wirtualnego	3
Pr_03	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w programach w LabVIEW	3
Pr_04	Oprogramowanie przyrządu wirtualnego w LabVIEW	6
Pr_05	Podstawy obsługi przyrządów wirtualnych w C# za pośrednictwem bibliotek VISA	3
Pr_06	Interfejs użytkownika i obsługa błędów w oprogramowaniu przyrządów wirtualnych tworzonych w C#	3
Pr_07	Oprogramowanie przyrządu wirtualnego w C# z wykorzystaniem bibliotek VISA	9
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- ND\_01 Wykład z prezentacjami i dyskusją
- ND\_02 Materiały do wykładu i laboratorium
- ND\_03 Konsultacje
- ND\_04 Praca własna
- ND\_05 Ocena postępów realizacji zadań w trakcie realizacji projektu

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 (wykład)	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 (laboratorium)	PEK_U01	Oceny zadań realizowanych w trakcie zajęć

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Wiesław Winiecki, Wirtualne przyrządy pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (2003)
2. Chruściel Marcin, LabVIEW w praktyce, Wydawnictwo BTC 2008
3. Dariusz Świsulski, Komputerowa technika pomiarowa: oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW, Agenda Wydawnicza PAK 2005
4. Dawid Fabianiec, Microsoft Visual Studio 2012, programowanie w C#, Wydawnictwo Helion 2013
5. Augustyn Chwaleba, Metrologia Elektryczna, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2010
6. Thomas J. Bress, Effective LabVIEW Programming, NTS Press 2013
7. VISA COM Online Reference, Agilent Technologies

### Literatura uzupełniająca

1. Agilent 34401A 6½ Digit Multimeter Users Guide, Agilent Technologies
2. Agilent 33220A 20 MHz Function / Arbitrary Waveform Generator Users Guide, Agilent Technologies
3. Agilent E364xA Dual Output DC Power Supplies Users Guide, Agilent Technologies
4. Agilent 3000 Series Oscilloscopes Programmer's Reference, Agilent Technologies

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Tomasz.Piasecki@pwr.edu.pl](mailto:Tomasz.Piasecki@pwr.edu.pl)

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Programowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W19	C01, C02	Wy_01-Wy_06	ND_01-ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U20	C03	Pr_01-Pr_05	ND_02-ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K12	C03	Pr_01-Pr_05	ND_02-ND_05
PEK_K02	K2MTR_K03	C04	Pr_01-Pr_05	ND_05

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Komunikacja w mikrokontrolerach</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Communication in microcontrollers</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022007</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

1. Ukończenie dowolnego kursu związanego z programowaniem mikrokontrolerów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie umiejętności samodzielnego programowania i wykorzystywanie mikroprocesorów i mikrosterowników do celów inżynierskich
- C02 Zdobycie umiejętności komunikowania mikroprocesorów z układami cyfrowymi
- C03 Udział studentów w badaniach naukowych wykorzystujących komunikację w mikrokontrolerach

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Posiada wiedzę w zakresie architektury systemów mikroprocesorowych i ich programowania

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi zaprogramować mikroprocesor, mikrokontroler i ocenić jego możliwości funkcjonalne

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do tematyki	2
Wy_02	Budowa, działanie i programowanie mikrokontrolera AVR	2
Wy_03	Budowa, działanie i programowanie mikrokontrolera AVR – kontynuacja	2
Wy_04	Protokoły komunikacyjne (I2C)	2
Wy_05	Protokoły komunikacyjne (SPI)	2
Wy_06	Protokoły komunikacyjne (USART,USB)	2
Wy_07	Układy wewnętrzne mikrokontrolera AVR	2
Wy_08	Układy wewnętrzne mikrokontrolera AVR – kontynuacja	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
La_01	Zajęcia organizacyjne / wprowadzenie do tematyki	3
La_02	Stany uśpienia mikrokontrolera	3
La_03	Magistrala komunikacyjna <i>Two Wire Interface</i>	3
La_04	Szeregowa magistrala komunikacyjna	3
La_05	Magistrale komunikacyjne zgodne ze standardem RS-232, USB	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Praca własna – przygotowanie do zajęć

ND\_02 Wykonanie projektu na makiecie laboratoryjnej

ND\_03 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem rzutnika komputerowego



## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F	PEK_W01	Ocena pracy indywidualnej
F	PEK_U01	Ocena pracy indywidualnej
F	PEK_K01	Ocena pracy indywidualnej
P	PEK_U01	Test końcowy
P	PEK_W01	Test końcowy

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Atmel AVR XMEGA AU Manual – dokumentacja techniczna
2. Kardaś M., Mikrokontrolery AVR - język C: podstawy programowania
3. The Atmel AVR Microcontroller: MEGA and XMEGA in Assembly and C, Han-Way Huang

#### Literatura uzupełniająca

1. Francuz T., Język C dla mikrokontrolerów AVR : od podstaw do zaawansowanych aplikacji
2. Doliński J., Mikrokontrolery AVR w praktyce

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

**Piotr.Markowski@pwr.edu.pl, Michal.Kryzstof@pwr.edu.pl**

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Komunikacja w mikrokontrolerach

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W05	C01-C03	La_01-La_05, Wy_01-Wy_05	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U05	C01-C03	La_01-La_05, Wy_01-Wy_05	ND_01-ND_03
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K14	C01-C03	La_01-La_05, Wy_01-Wy_05	ND_01-ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Sterowanie mikroprocesorowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Microprocessor control</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022008</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	1			1	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			1	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			0,7	

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

1. Ukończenie dowolnego kursu związanego z programowaniem mikrokontrolerów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie umiejętności samodzielnego programowania i wykorzystywanie mikroprocesorów i mikrosterowników do celów inżynierskich
- C02 Zdobycie umiejętności komunikowania mikroprocesorów z układami cyfrowymi
- C03 Udział studentów w badaniach naukowych prowadzonych z wykorzystaniem mikroprocesorowych układów cyfrowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Posiada wiedzę w zakresie architektury systemów mikroprocesorowych i ich programowania

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi zaprogramować mikroprocesor, mikrokontroler i ocenić jego możliwości funkcjonalne

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do tematyki, budowa i działanie mikrokontrolera AVR	2
Wy_02	Programowanie mikrokontrolerów AVR w języku C	2
Wy_03	Urządzenia peryferyjne	2
Wy_04	Urządzenia peryferyjne – kontynuacja	2
Wy_05	Cyfrowe magistrale komunikacyjne	2
Wy_06	Cyfrowe magistrale komunikacyjne – kontynuacja	2
Wy_07	Cyfrowe magistrale komunikacyjne – kontynuacja	2
Wy_08	Podsumowanie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Zajęcia organizacyjne / wprowadzenie do tematyki	3
Pr_02	Tryb oszczędzania energii w mikrokontrolerze	3
Pr_03	Komunikacja mikrokontrolera z urządzeniami peryferyjnymi (I2C/TWI)	3
Pr_04	Komunikacja mikrokontrolera z urządzeniami peryferyjnymi (SPI)	3
Pr_05	Komunikacja mikrokontrolera z komputerem (USART, USB)	3
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Praca własna – przygotowanie do zajęć

ND\_02 Wykonanie projektu na makiecie laboratoryjnej

ND\_03 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem rzutnika komputerowego

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F	PEK_W01	Ocena pracy indywidualnej
F	PEK_U01	Ocena pracy indywidualnej
F	PEK_K01	Ocena pracy indywidualnej

P	PEK_U01	Test końcowy
P	PEK_W01	Test końcowy

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **Literatura podstawowa**

1. Atmel AVR XMEGA AU Manual – dokumentacja techniczna
2. Kardaś M., Mikrokontrolery AVR - język C: podstawy programowania
3. The Atmel AVR Microcontroller: MEGA and XMEGA in Assembly and C, Han-Way Huang

#### **Literatura uzupełniająca**

1. Francuz T., Język C dla mikrokontrolerów AVR : od podstaw do zaawansowanych aplikacji
2. Doliński J., Mikrokontrolery AVR w praktyce

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

**Piotr.Markowski@pwr.edu.pl, Michal.Krystof@pwr.edu.pl**

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### **Sterowanie mikroprocesorowe**

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### **Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W05	C01-C03	Pr_01-Pr_05, Wy_01-Wy_05	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U05	C01-C03	Pr_01-Pr_05, Wy_01-Wy_05	ND_01-ND_03
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K14	C01-C03	Pr_01-Pr_05, Wy_01-Wy_05	ND_01-ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Zastosowania systemów wbudowanych w elektronice</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Applications of embedded systems in electronics</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD022009</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

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

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

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

#### **CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie wiedzy o budowie, zastosowaniach i sposobach użycia systemów wbudowanych w mechatronice
- C02 Znajomość zasad tworzenia i testowania oprogramowania o wysokiej niezawodności
- C03 Umiejętność zaprojektowania lub dostosowania istniejącego systemu wbudowanego w celu uzyskania założonej funkcjonalności końcowego układu
- C04 Udział w badaniach w zakresie metodyki wytwarzania niezawodnego oprogramowania do zastosowań w systemach wbudowanych, z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa systemu

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna metodykę projektowania i oprogramowania elektronicznych systemów wbudowanych w mechatronice
- PEK\_W02 Rozumie zasadę działania i celowość stosowania systemów wbudowanych w mechatronice

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi dostosować dostępne systemy wbudowane na potrzeby realizowanego projektu mechatronicznego
- PEK\_U02 Potrafi zaprojektować system wbudowany spełniający podwyższone wymagania niezawodności

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
- PEK\_K02 Potrafi pracować w grupie, realizując zadania zawarte w programie kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie. Przegląd i charakterystyka systemów wbudowanych stosowanych w elektronice	2
Wy_02	Charakterystyka mikrokontrolerów i mikroprocesorów pod kątem ich zastosowań w systemach wbudowanych różnych typów	2
Wy_03	Języki programowania w systemach wbudowanych. Narzędzia i techniki wspierające tworzenie niezawodnego oprogramowania układowego	2
Wy_04	Aplikacje sterowane zdarzeniami lub przerwaniem	2
Wy_05	Zastosowanie automatów stanów i ich realizacja w układach mikroprocesorowych oraz macierzach bezpośrednio programowalnych bramek	2
Wy_06	Przegląd i charakterystyka układów peryferyjnych	2
Wy_07	Obliczenia zmiennoprzecinkowe a stałoprzecinkowe	2
Wy_08	Algorytm dyskretnego kontrolera proporcjonalno-różniczkująco-całkującego	2
Wy_09	Charakterystyka wbudowanych systemów plików: porównanie FAT/ext/NTFS	2
Wy_10	Realizacja komunikacji z siecią Internet w systemach wbudowanych	2
Wy_11	Zastosowania systemów operacyjnych czasu rzeczywistego	2
Wy_12	Procedura przygotowania obrazu systemu Linuks dla komputera jednopłytkowego	2
Wy_13	Zastosowanie wbudowanego systemu Linuks w roli graficznego interfejsu użytkownika	2
Wy_14	Charakterystyka, programowanie i integracja systemu Android z urządzeniami elektronicznymi	2
Wy_15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Zajęcia organizacyjne	4
La_02	Zamek elektroniczny z klawiaturą, wyświetlaczem i czytnikiem kart zbliżeniowych	4
La_03	Implementacja termostatu z algorytmem PID	4

La_04	Rejestrator danych pomiarowych z obsługą wbudowanego systemu plików FAT	4
La_05	Sterownik układu automatyki budynku z wbudowanym serwerem WWW	4
La_06	Oprogramowanie graficznego panelu dotykowego urządzenia	4
La_07	Termin obróbczy	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
ND_04	Oprogramowanie komputerowe
ND_05	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
ND_06	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
A1	PEK_W01 PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe w formie pisemnej
A2	PEK_K01	Przygotowanie i przedstawienie referatu lub prezentacji
A3	PEK_W01 PEK_W02	Obecność na zajęciach
B1	PEK_U01 PEK_U02	Oceny z kartkówek weryfikujące przygotowanie do zajęć
B2	PEK_U01 PEK_U02	Oceny za sprawozdania z przebiegu realizacji zadań
B3	PEK_U03	Ocena zadania semestralnego
W	PEK_W01 PEK_W02	$0,8*A1 + 0,1*A2 + 0,1*A3$
L	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	$0,4*B1 + 0,3*B2 + 0,3*B3$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<p><b><u>Literatura podstawowa</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ł. Skalski, <i>Linux : podstawy i aplikacje dla systemów embedded</i>, 2012</li> <li>M. Bis, <i>Linux w systemach embedded</i>, 2011</li> <li>R. Dubey, <i>Introduction to Embedded System Design Using Field Programmable Gate Arrays</i>, 2010</li> <li>B.P. Douglass, <i>Design patterns for embedded systems in C [Dokument elektroniczny]: an embedded software engineering toolkit</i>, 2011</li> <li>R. Zurawski, <i>Embedded systems handbook. [vol. 1], Embedded systems design and verification</i>, 2009</li> <li>R. Zurawski, <i>Embedded systems handbook. [vol. 2], Networked embedded systems</i>, 2009</li> <li>J. Lehtimäki, <i>Android UI. Podręcznik dla projektantów</i>, 2013</li> </ol> <p><b><u>Literatura uzupełniająca</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>M. Riley, <i>Inteligentny dom : automatyzacja mieszkania za pomocą platformy Arduino, systemu Android i zwykłego komputera</i>, 2013</li> <li>G. Stringham, <i>Hardware/firmware interface design : best practices for improving embedded systems development</i>, 2010</li> <li>R. Sass, <i>Embedded systems design with platform FPGAs [Dokument elektroniczny]: principles and practices</i>, 2010</li> </ol>
---

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**Krzysztof.Urbanski@pwr.edu.pl

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Zastosowania systemów wbudowanych w elektronice**

## Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W02	C01, C02	Wy_01-Wy_14	ND_01-ND_03
PEK_W02	K2MTR_W02	C01, C02	Wy_01-Wy_14	ND_01-ND_03
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U02	C03, C04	La_01-La_06	ND_03-ND_06
PEK_U02	K2MTR_U02	C03, C04	La_01-La_06	ND_03-ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K01	C01	Wy_01-Wy_14 La_01-La_06	ND_03
PEK_K02	K2MTR_K03		La_01-La_06	ND_04-ND_06



**Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Projektowanie systemów wbudowanych w elektronice**Nazwa w języku angielskim: **Designing of embedded systems in electronics**Kierunek: **Mechatronika**Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny / Wydziałowy**Kod przedmiotu: **MCD022010**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	Z			Z	
Liczba punktów ECTS	2			2	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2			1,4	

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie wiedzy o budowie, zastosowaniach i sposobach użycia systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice
- C02 Znajomość zasad tworzenia i testowania oprogramowania o wysokiej niezawodności
- C03 Umiejętność zaprojektowania i oprogramowania systemu wbudowanego w celu uzyskania założonej funkcjonalności końcowego układu
- C04 Umiejętność syntetycznego opracowania i przedstawienia efektów pracy, w tym dokumentacji projektu
- C05 Udział studentów w prowadzonych badaniach w zakresie metodyki wytwarzania niezawodnego oprogramowania do zastosowań w systemach wbudowanych, z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa systemu

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna metodykę projektowania i oprogramowania elektronicznych systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice
- PEK\_W02 Rozumie zasadę działania i celowość stosowania systemów wbudowanych w mechatronice i elektronice

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi zaprojektować, wykonać i uruchomić system wbudowany
- PEK\_U02 Potrafi zaprojektować system wbudowany spełniający podwyższone wymogi niezawodności
- PEK\_U03 Potrafi przygotować sprawozdanie ze zrealizowanych zadań praktycznych lub dokumentację projektu

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi samodzielnie przygotować się do zajęć, także w zakresie wykraczającym poza tematy bezpośrednio poruszane na zajęciach
- PEK\_K02 Potrafi pracować w grupie, realizując zadania zawarte w programie kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie. Zastosowania i implementacje systemów wbudowanych	2
Wy_02	Mikrokontrolery i mikroprocesory w systemach wbudowanych	2
Wy_03	Embedded C oraz MISRA-C. Statyczna i dynamiczna analiza kodu	2
Wy_04	Programowanie sterowane zdarzeniami	2
Wy_05	Implementacja maszyny stanów w mikrokontrolerze oraz w FPGA	2
Wy_06	Zastosowania i metody programowania układów peryferyjnych	2
Wy_07	Obliczenia zmiennoprzecinkowe a stałoprzecinkowe	2
Wy_08	Mikroprocesorowa realizacja kontrolera PID	2
Wy_09	Wbudowany system plików FAT	2
Wy_10	Wbudowany stos TCP/IP i serwer WWW	2
Wy_11	Zastosowania systemów operacyjnych czasu rzeczywistego	2
Wy_12	System Linuks na komputerze jednopłytkowym	2
Wy_13	Programowanie GUI w systemie Linuks	2
Wy_14	System Android	2
Wy_15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr_01	Wybór tematu projektu i zdefiniowanie wstępnych założeń	4
Pr_02	Opracowanie koncepcji rozwiązania: dobór sprzętu, systemu operacyjnego, oprogramowania	8
Pr_03	Wykonanie w laboratorium otwartym brakujących elementów systemu	10
Pr_04	Wykonanie i uruchomienie systemu wbudowanego	8
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami i dyskusją
ND_02	Konsultacje
ND_03	Praca własna – opracowanie wskazanych zagadnień przez zajęciami
ND_04	Oprogramowanie komputerowe
ND_05	Zestawy szkoleniowe i sprzęt laboratoryjny
ND_06	Instrukcje i materiały szkoleniowe do laboratoriów oraz zajęć projektowych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
A1	PEK_W01 PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe w formie pisemnej
A2	PEK_K01	Przygotowanie i przedstawienie referatu lub prezentacji
A3	PEK_W01 PEK_W02	Obecność na zajęciach
C1	PEK_U01 PEK_U02	Terminowość realizacji etapów projektu
C2	PEK_U01 PEK_U02	Ocena realizacji projektów
C3	PEK_U03	Ocena dokumentacji projektów (sprawozdań)
W	PEK_W01 PEK_W02	$0,8*A1 + 0,1*A2 + 0,1*A3$
P	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	$0,2*C1 + 0,5*C2 + 0,3*C3$

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Ł. Skalski, Linux : podstawy i aplikacje dla systemów embedded, 2012
2. M. Bis, Linux w systemach embedded, 2011
3. R. Dubey, Introduction to Embedded System Design Using Field Programmable Gate Arrays, 2010
4. B.P. Douglass, Design patterns for embedded systems in C [Dokument elektroniczny]: an embedded software engineering toolkit, 2011
5. R. Zurawski, Embedded systems handbook. [vol. 1], Embedded systems design and verification, 2009
6. R. Zurawski, Embedded systems handbook. [vol. 2], Networked embedded systems, 2009
7. J. Lehtimäki, Android UI. Podręcznik dla projektantów, 2013

### Literatura uzupełniająca

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

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Projektowanie systemów wbudowanych w elektronice**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W02	C01, C02	Wy_01-Wy_14	ND_01-ND_03, ND_06
PEK_W02	K2MTR_W02	C01, C02	Wy_01-Wy_14	ND_01-ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U02	C03-C05	Pr_01-Pr_04	ND_04-ND_06
PEK_U02	K2MTR_U02	C03-C05	Pr_01-Pr_04	ND_01-ND_06
PEK_U03	K2MTR_U06	C04	Pr_01-Pr_04	ND_03, ND_06
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K01	C01, C02	Wy_01-Wy_15 Pr_01-Pr_04	ND_03
PEK_K02	K2MTR_K03		Pr_01-Pr_04	ND_04-ND_06

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

Nazwa w języku polskim:	<b>Niezawodność w mechatronice</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Reliability in mechatronics</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD023001</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	60			
Forma zaliczenia	Z	Z			
Liczba punktów ECTS	1	2			
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2			
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6	1,4			

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z zagadnieniami z zakresu diagnostyki i niezawodności elementów i urządzeń wchodzących w skład złożonych systemów mechatronicznych
- C02 Nabycie umiejętności analizy problemów związanych z uszkodzeniami i niezawodnością systemów mechatronicznych
- C03 Udział w badaniach naukowych wykorzystujących analizę niezawodności elementów stosowanych w mechatronice

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

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

### Z zakresu umiejętności

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Dostrzega aspekty związane z niezawodnością systemów mechatronicznych oraz statystyczną prezentacją danych pomiarowych w różnych dziedzinach praktyki inżynierskiej, rozumie potrzebę wykorzystania wiedzy matematycznej do analizy zagadnień technicznych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do zagadnień związanych z teorią niezawodności i eksploatacji systemów mechatronicznych	2
Wy_02	Klasyfikacja uszkodzeń, zjawiska fizyczne wpływające na uszkodzenia, podstawowe wskaźniki opisujące niezawodność	2
Wy_03	Metody testowania niezawodności systemów mechatronicznych oraz analiza charakterystyk doświadczalnych	2
Wy_04	Niezawodność mechatronicznych systemów binarnych, szeregowych i równoległych	2
Wy_05	Niezawodność mechatronicznych systemów odnawialnych i nieodnawialnych	2
Wy_06	Symulacyjne modele niezawodności systemów mechatronicznych	2
Wy_07	Wpływ warunków pracy na niezawodność	2
Wy_08	Sprawdzian	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw_01	Rozwiązywanie zadań z zakresu zdarzeń losowych i pseudolosowych występujących w zagadnieniach technicznych cz. I	2
Ćw_02	Rozwiązywanie zadań z zakresu zdarzeń losowych i pseudolosowych występujących w zagadnieniach technicznych cz. II	2
Ćw_03	Rozwiązywanie zadań dotyczących typowych charakterystyk i obliczania parametrów niezawodności	2
Ćw_04	Rozwiązywanie zadań z zakresu analizy danych doświadczalnych	2
Ćw_05	Rozwiązywanie zadań dotyczących mechatronicznych systemów szeregowych, równoległych i mieszanych	2
Ćw_06	Rozwiązywanie zadań z zakresu systemów odnawialnych i nieodnawialnych	2
Ćw_07	Rozwiązywanie zadań z zakresu testów niezawodności	2
Ćw_08	Sprawdzian pisemny	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny
ND_02	Ćwiczenia – samodzielne rozwiązywanie zadań z zakresu niezawodności nowoczesnych systemów mechatronicznych
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna- przygotowanie do wykładu
ND_05	Praca własna- przygotowanie do ćwiczeń i samodzielne rozwiązywanie wybranych zadań
ND_06	Praca własna- samodzielne studia i przygotowanie do sprawdzianów

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK_W01	Sprawdzian zaliczeniowy
F2 (ćwiczenia)	PEK_U01 PEK_K01	Dyskusje, rozwiązanie wybranych zadań samodzielne i w grupie

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

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

#### Literatura uzupełniająca

1. F. Grabski, J. Jaźwiński, Metody bayesowskie w niezawodności i diagnostyce, WKŁ, W-wa 2001
2. S. Firkowicz, Statystyczne badanie wyrobów, WNT, W-wa
3. Godfrey Onwubolu, Mechatronics Principles and Applications, Elsevier Science, 2005

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Jaroslaw.Domaradzki@pwr.edu.pl](mailto:Jaroslaw.Domaradzki@pwr.edu.pl)

### MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Niezawodność w mechatronice

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W14	C01-C03	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U15	C01-C03	Ćw_01-Ćw_07	ND_01, ND_02, ND_03, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K07	C01-C03	Wy_01-Wy_07 Ćw_01-Ćw_07	ND_01-ND_06

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Seminarium dyplomowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diploma seminar</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD023002</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

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

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobyć przez studenta umiejętności prezentacji własnych kwalifikacji z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych
- C02 Utrwalanie umiejętności pracy w grupie



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu wymaganego na kierunku studiów *Mechatronika*

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi przedstawiać wyniki własnych badań, pozyskiwać i analizować informacje z literatury przedmiotu, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł; prezentować własne kwalifikacje z zakresu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych właściwych dla studiowanego kierunku *Mechatronika*

### Z zakresu kompetencji społecznych

PEK\_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, współdziałać i pracować w grupie, rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się

Forma zajęć - Seminarium		Liczba godzin
Se_01	Wprowadzenie do zajęć. Praca dyplomowa, egzamin dyplomowy – informacje, wymagania	2
Se_02	Praca dyplomowa – omówienie tematyki i zakresu przewidywanych prac oraz zasad tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se_03	Praca dyplomowa – omówienie tematyki i zakresu przewidywanych prac oraz zasad tworzenia poprawnych tekstów technicznych i naukowych	2
Se_04	Prezentacja multimedialna CV (w wersji rozszerzonej), dyskusja	2
Se_05	Prezentacja multimedialna CV (w wersji rozszerzonej), dyskusja	2
Se_06	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym, komentarze	2
Se_07	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym, komentarze	2
Se_08	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym, komentarze	2
Se_09	Omówienie zagadnień objętych egzaminem dyplomowym, komentarze	2
Se_10	Praca dyplomowa – prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se_11	Praca dyplomowa – prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se_12	Praca dyplomowa – prezentacja multimedialna, dyskusja	2
Se_13	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	2
Se_14	Praca dyplomowa – prezentacja przygotowana na egzamin dyplomowy	2
Se_15	Podsumowanie zajęć i zaliczenie	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F	PEK_W01	Rodzaj i jakość prezentowania zadanych zagadnień
P = F	PEK_U01, PEK_K01	Umiejętność omawiania zadanych zagadnień, udział w dyskusji, aktywność w trakcie zajęć

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Regulamin Studiów w Politechnice Wrocławskiej (aktualny)
2. Publikacje z zakresu realizowanej pracy dyplomowej
3. Materiały z wykładów i innych kursów

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Ryszard.Korbutowicz@pwr.edu.pl](mailto:Ryszard.Korbutowicz@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Seminarium dyplomowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W07	C01	Se_02-Se_14	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U06	C01, C02	Se_02-Se_14	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K01	C02	Se_02-Se_14	ND_01, ND_02, ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Praca dyplomowa</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Diploma thesis</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD023003</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				180	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				540	
Forma zaliczenia				Z	
Liczba punktów ECTS				18	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				18	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				12,6	

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zrealizowanie przez studenta pracy dyplomowej na podstawie zdobytej w czasie studiów uporządkowanej, podbudowanej teoretycznie wiedzy ogólnej i szczegółowej z zakresu nauk ścisłych i technicznych, w obszarach właściwych dla studiowanego kierunku *Mechatronika*
- C02 Napisanie przez studenta „Pracy dyplomowej” (jako dzieła) i przedstawienie prezentacji ustnej dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów *Mechatronika*, na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych
- C03 Utrwalanie umiejętności pracy samodzielnej i w zespole
- C04 Udział w badaniach w jednej z dziedzin związanych z obszarami właściwych dla studiowanego kierunku *Mechatronika* (np. elektronika, fotonika, mikrosystemy, sensory i czujniki, informatyka)

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Student zrealizował pracę dyplomową bazując na zdobytej w czasie studiów wiedzy właściwej dla studiowanego kierunku *Mechatronika*

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi tworzyć teksty techniczne („Praca dyplomowa”) i prezentacje multimedialne, przedstawiając wyniki własnych badań, pozyskiwać i analizować informacje z literatury przedmiotu, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, z zakresu zagadnień studiowanego kierunku *Mechatronika*

### Z zakresu kompetencji społecznych

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

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

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01	Praca w semestrze, dostarczenie pracy dyplomowej jako dzieła, przyjętej i ocenionej pozytywnie

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Literatura przedmiotu uzgodniona z promotorem

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Ryszard Korbutowicz@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Praca dyplomowa**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W08	C01, C04	Pr_01	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U07	C02, C04	Pr_02, Pr_03	ND_01, ND_03, ND_04
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K02	C03, C04	Pr_01-Pr_03	ND_01, ND_02, ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Modelowanie mikrosystemów</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Modelling of microsystems</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD023004</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z projektowaniem numerycznym mikrosystemów elektronicznych z wykorzystaniem metody elementów skończonych
- C02 Zdobywanie umiejętności posługiwania się programami do modelowania numerycznego, np. ANSYS, FlexPDE, itp.
- C03 Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego jak optymalizacja, planowanie eksperymentów, itp.
- C04 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma podstawową, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie techniki modelowania metodą elementów skończonych stosowanych w skali makro i mikro do wspomaganie pracy inżyniera na etapie projektowania, a w szczególności do modelowania mikrosystemów

### Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 Potrafi dobrać odpowiednie narzędzia do wspomaganie prac inżynierskich i zastosować w sposób praktyczny oraz korzystać z programów takich jak: ANSYS, FlexPDE, itp. do w typowych zagadnień z dziedziny projektowania numerycznego

### Z zakresu kompetencji społecznych

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

PEK\_K02 Uwzględnia konieczność stosowania metod numerycznych w procesie projektowania systemów elektronicznych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Modelowanie mikrosystemów - wprowadzenie	2
Wy_02	Wstęp do metody elementów skończonych	2
Wy_03	Modelowanie zagadnień z dziedziny mechaniki	2
Wy_04	Modelowanie zagadnień z dziedziny termodynamiki	2
Wy_05	Modelowanie zagadnień z dziedziny elektromagnetyzmu	2
Wy_06	Modelowanie zagadnień z dziedziny dynamiki płynów	2
Wy_07	Modelowanie pól sprzężonych	2
Wy_08	Egzamin	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Analiza rozkładu pola odkształceń i naprężeń	2
La_02	Analiza rozpraszania ciepła i rozkładu pola temperatury	2
La_03	Analiza rozkładu pola elektrostatycznego	2
La_04	Analiza przepływów laminarnych i turbulentnych	2
La_05	Analiza rozkładu naprężeń dla struktur bi-materiałowych	2
La_06	Projektowanie numeryczne z wykorzystaniem modeli parametrycznych	2
La_07	Analiza pól sprzężonych elektro-termo-mechanicznych	2
La_08	Zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi oraz dyskusją
ND_02	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_05	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_06	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do testu zaliczeniowego
ND_07	Praca własna – przygotowanie sprawozdań z laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 (wykład) = F1	PEK_W01	Pozytywna ocena z kolokwium
P2 (laboratorium) = (F2+F3)/ 2	PEK_U01, PEK_K01	Średnia ocena z kartkówki i sprawozdań
F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje kolokwium zaliczeniowe
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki rozpoczynające laboratorium
F3 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_K01	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., "The Finite Element Method: Volumes 1-3", Butterworth-Heinemann, London, 2000
2. Thompson E., "Introduction to the Finite Element Method", John Wiley and Sons, 2005
3. Kreyszig E., „Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley and Sons, 2006
4. Kittel C. "Wstęp do fizyki ciała stałego", PWN, 1976
5. Pang T. "An Introduction to Computational Physics", Cambridge University Press, 2006

#### Literatura uzupełniająca

1. Montgomery D., "Design and Analysis of Experiments", John Wiley and Sons, 2005
2. William D., Callister Jr., "Materials Science and Engineering an Introduction", John Wiley and Sons, 2007
3. Montgomery D., Runger G., "Applied Statistics and Probability for Engineers", John Wiley and Sons, 2007

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

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



MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Modelowanie mikrosystemów**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W13	C01, C03	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U14	C02, C04	La_01-La_07	ND_02, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K14	C04	Wy_01-Wy_08, La_01- La_08	ND_07
PEK_K02	K2MTR_K06	C01-C03	Wy_01-Wy_08, La_01- La_08	ND_01-ND_07

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Modelowanie nanosystemów</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Modelling of nanosystems</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCD023005</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zapoznanie studentów z numerycznym projektowaniem nanosystemów z wykorzystaniem technik modelowania kwantowego i molekularnego
- C02 Zdobywanie umiejętności posługiwania się programami do modelowania na poziomie kwantowym i molekularnym, np. Material Studio, itp.
- C03 Zapoznanie studentów z typowymi problemami dotyczącymi projektowania numerycznego w skali nano i meso, np. optymalizacja, itp.
- C04 Utrwalenie umiejętności pracy samodzielnej i grupowej z dostępnymi materiałami dydaktycznymi

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 Ma podstawową, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie technik, metod i narzędzi numerycznych stosowanych do modelowania numerycznego na poziomie kwantowym i molekularnym oraz w skali meso

### Z zakresu umiejętności

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

### Z zakresu kompetencji społecznych

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

PEK\_K02 Uwzględni konieczność stosowania metod numerycznych w procesie projektowania systemów elektronicznych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Modelowanie numeryczne na poziomie kwantowym i molekularnym	2
Wy_02	Mechanika kwantowa a systemy elektroniczne	2
Wy_03	Przykłady i zastosowanie metod numerycznych w mechanice kwantowej do systemów elektronicznych	2
Wy_04	Mechanika molekularne a systemy elektroniczne	2
Wy_05	Przykłady i zastosowanie metod numerycznych w mechanice molekularnej do systemów elektronicznych	2
Wy_06	Metody numeryczne w skali meso a systemy elektroniczne	2
Wy_07	Przykłady i zastosowanie modelowania w skali meso do systemów elektronicznych	2
Wy_08	Egzamin	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Wprowadzenie do modelowania w programie Material Studio	2
La_02	Mechanika kwantowa - atom wodoru	2
La_03	Mechanika kwantowa – poziomy energetyczne	2
La_04	Mechanika molekularna – statyka i dynamika	2
La_05	Mechanika molekularna – wybrane właściwości materiałowe	2
La_06	Modelowanie w skali meso	2
La_07	Projekt indywidualny	2
La_08	Zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi oraz dyskusją
ND_02	Laboratorium: 5-minutowe wprowadzenie i 5-minutowe sprawdzian na początku zajęć
ND_03	Konsultacje
ND_04	Praca własna – przygotowanie do wykładu zadanych zagadnień
ND_05	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych
ND_06	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do testu zaliczeniowego
ND_07	Praca własna – przygotowanie sprawozdań z laboratorium

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P1 (wykład) = F1	PEK_W01	Pozytywna ocena z kolokwium
P2 (laboratorium) = (F2+F3)/ 2	PEK_U01, PEK_K01	Średnia ocena z kartkówki i sprawozdań
F1 (wykład)	PEK_W01	Dyskusje kolokwium zaliczeniowe
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_K01	Kartkówki rozpoczynające laboratorium
F3 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_K01	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Kittel C. "Wstęp do fizyki ciała stałego", PWN, 1976
2. Pang T. "An Introduction to Computational Physics", Cambridge University Press, 2006
3. Kreyszig E., „Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley and Sons, 2006

### Literatura uzupełniająca

1. William D., Callister Jr., "Materials Science and Engineering an Introduction", John Wiley and Sons, 2007
2. Montgomery D., Runger G., "Applied Statistics and Probability for Engineers", John Wiley and Sons, 2007

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Modelowanie nanosystemów**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W13	C01, C03	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_03, ND_04, ND_06
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U14	C02, C04	La_01-La_07	ND_02, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K14	C04	Wy_01-Wy_08, La_01- La_08	ND_07
PEK_K02	K2MTR_K06	C01-C03	Wy_01-Wy_08, La_01- La_08	ND_01-ND_07

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

Nazwa w języku polskim: **Zarządzanie małą firmą**  
 Nazwa w języku angielskim: **Small Enterprise Management**  
 Kierunek: **Mechatronika**  
 Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**  
 Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny / Wydziałowy**  
 Kod przedmiotu: **MCM023002**  
 Grupa kursów: **NIE**

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

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Poznanie zasad rozpoczynania działalności gospodarczej, podstaw zarządzania i marketingu  
 C02 Zdobywanie umiejętności zaplanowania działalności gospodarczej  
 C03 Uzyskanie przeświadczenia o sensowności podejmowania działalności gospodarczej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK_W01	Zna podstawowe pojęcia prawne, rachunkowe, organizacyjne konieczne do prowadzenie działalności gospodarczej
PEK_W02	Zna zasady kierowania organizacją

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Małe i średnie przedsiębiorstwo w gospodarce rynkowej	2
Wy_02	Zasady prawne i rachunkowe prowadzenia działalności gospodarczej	2
Wy_03	Zasady kierowania organizacją	2
Wy_04	Problemy przywództwa i jego oddziaływanie na funkcjonowanie przedsiębiorstwa	2
Wy_05	Zasady sporządzania umów	2
Wy_06	Organizacja firmy - wymiar ludzki i globalny	2
Wy_07	Zarządzania ludźmi	2
Wy_08	Zarządzanie majątkiem	2
Wy_09	Wskaźniki finansowe i ekonomiczne kondycji firmy	2
Wy_10	Źródła finansowania działalności gospodarczej	2
Wy_11	Zasady sporządzania biznesplanu	2
Wy_12	Znaczenie marketingu	2
Wy_13	Zasady prowadzenia negocjacji-techniki negocjacyjne	2
Wy_14	Zagadnienia komunikacji i perswazji	2
Wy_15	Kolokwium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Wykład problemowy
ND_02	Prezentacja multimedialna

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F1	PEK_W01, PEK_W02	Kolokwium

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Niezbędnik przedsiębiorcy. Praca zbiorowa; Agora 2009

### Literatura uzupełniająca

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

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

[Leszek.Nakonieczny@pwr.edu.pl](mailto:Leszek.Nakonieczny@pwr.edu.pl)

MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Zarządzanie małą firmą**

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

**Mechatronika**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W21, K2MTR_W22	C01-C03	Wy_01-Wy_14	ND_01, ND_02
PEK_W02	K2MTR_W21, K2MTR_W22	C01-C03	Wy_01-Wy_14	ND_01, ND_02



<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Zarządzanie przedsiębiorstwem</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Enterprise Management</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCM023003</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

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

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

1. Ma wiedzę podstawową z zakresu zarządzania, projektowania i badania procesów/systemów technicznych
2. Posiada znajomość arkusza kalkulacyjnego, np. Excel

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Poznanie zagadnień dotyczących podejmowania strategicznych i operacyjnych decyzji w kształtowaniu i funkcjonowaniu zewnętrznych łańcuchów dostaw przedsiębiorstw funkcjonujących w konkurencyjnym otoczeniu rynkowym

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

PEK_W01	Ma wiedzę na temat podstawowych pojęć teorii i techniki systemów oraz zarządzania procesami operacyjnymi
PEK_W02	Ma wiedzę na temat innowacyjnego rozwiązywania problemów, projektowania koncepcyjnego, czy reguł selekcji rozwiązań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do zarządzania przedsięwzięciem - podstawowe definicje	2
Wy_02	Wprowadzenie do zarządzania procesami w logistyce	2
Wy_03	Projektowanie procesów w przedsiębiorstwie – rodzaje projektów, zasady projektowania, uczestnicy projektu	2
Wy_04	Projektowanie procesów w przedsiębiorstwie – narzędzia zarządzania projektami	2
Wy_05	Projektowanie procesów w przedsiębiorstwie – mapowanie procesów	2
Wy_06	Planowanie w projekcie	2
Wy_07	Strategie doskonalenia procesów	2
Wy_08	Kontrola procesów operacyjnych	2
Wy_09	Kontrola procesów logistycznych	2
Wy_10	Zarządzanie łańcuchem dostaw. Podstawowe metody, narzędzia i koncepcje w obszarze zarządzania relacjami z klientami	2
Wy_11	Zarządzanie łańcuchem dostaw. Podstawowe metody, narzędzia i koncepcje w obszarze zarządzania czasem i jakością	2
Wy_12	Benchmarking w przedsiębiorstwie	2
Wy_13	Reengineering w przedsiębiorstwie	2
Wy_14	Kierunki i koncepcje doskonalenia zarządzania łańcuchem dostaw	2
Wy_15	Tendencje rozwojowe łańcuchów dostaw	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND_01	Prezentacja multimedialna
ND_02	Dyskusja problemowa
ND_03	Praca własna - samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F1	PEK_W01, PEK_W02	Egzamin pisemny, z możliwością dodatkowej odpowiedzi ustnej

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. Bozarth C.C., Handfield R.B., Wprowadzenie do zarządzania operacjami łańcuchem dostaw: kompletny podręcznik logistyki i zarządzania dostawami, Helion, Gliwice 2007
2. Christopher M., Logistyka i zarządzanie łańcuchem podaży. Jak obniżyć koszty poprawić jakość obsługi, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1998
3. Christopher M., Strategia zarządzania dystrybucją. Praktyka logistyki biznesu, Agencja Wydawnicza "Placet", Warszawa 1996
4. Coyle J.J., Bardi E.J., Langley Jr C.J., Zarządzanie logistyczne, PWE, Warszawa 2002
5. Kisperska-Moroń D. (red.), Pomiar funkcjonowania łańcuchów dostaw, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2006
6. Zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie :aspekty teoretyczno-praktyczne/ Agnieszka Bitkowska [et al.], Warszawa : Difin, 2011
7. Model biznesu w zarządzaniu przedsiębiorstwem /red. nauk. Małgorzata Duczkowska-Piasecka. Warszawa: Szkoła Główna Handlowa w Warszawie - Oficyna Wydawnicza, 2012
8. Zmienność zarządzania strategicznego przedsiębiorstwem /Piotr Banaszyk ; Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu. Poznań : Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, 2011
9. Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa /Paweł Dittmann [et al.]. Warszawa :Oficyna a Wolters Kluwer business, 2011
10. Zarządzanie projektami :zastosowania w biznesie, inżynierii i nowoczesnych technologiach /John M. Nicholas, Herman Steyn ; [przekł. Joanna Borowska, Marta Skorek, Magdalena Lany]. Warszawa : Oficyna Wolters Kluwer business, 2012

### Literatura uzupełniająca

1. Zarządzanie wieloma projektami /Ewa Sońta-Drażczkowska. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2012
2. Zagadnienie czasu i kosztów w zarządzaniu projektami :wybrane metody planowania i kontroli /Dorota Kuchta. Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Sylwia.Werbinska@pwr.edu.pl](mailto:Sylwia.Werbinska@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Zarządzanie przedsięwzięciem

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W21, K2MTR_W22	C01	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_03
PEK_W02	K2MTR_W21, K2MTR_W22	C01	Wy_01-Wy_15	ND_01-ND_03

<b>Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Modelling and computer simulation of mechatronic assemblies</b>
Kierunek:	<b>Mechatronika</b>
Stopień i forma:	<b>II stopnia / Stacjonarne</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy / Wydziałowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>MCM021006</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

1. Znajomość MES
2. Znajomość podstaw mechaniki w zakresie statyki i dynamiki, wytrzymałości materiałów
3. Elementarna znajomość języka programowania i dowolnego programu CAD

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie umiejętności analizy układów mechatronicznych, ich modelowania i wyznaczania charakterystyk
- C02 Zdobycie wiedzy z zakresu podstaw teoretycznych symulacji numerycznych MES
- C03 Zdobycie umiejętności prowadzenia symulacji numerycznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna podstawy teoretyczne dotyczące symulacji numerycznych MES  
PEK\_W02 Zna zasady budowy modeli do symulacji numerycznych  
PEK\_W03 Posiada wiedzę o metodach wyznaczania charakterystyk elementów modelu

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Nabył umiejętność budowy modeli do symulacji numerycznych, definiowania charakterystyk elementów modelu i warunków w symulacjach oraz analizy wyników  
PEK\_U02 Nabył umiejętność wykonania obliczeń w symulacjach numerycznych  
PEK\_U03 Nabył umiejętność posługiwania się programami CAD/MES i wybranymi metodami eksperymentalnymi do wyznaczania charakterystyk elementów modelu do symulacji numerycznych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Wprowadzenie do teorii MES i symulacji numerycznych, przykłady zastosowań	1
Wy_02	Równania ruchu i metody rozwiązywania równań w dynamice	2
Wy_03	Elementy skończone, podział. Dobór elementów skończonych i rodzaju modelu	2
Wy_04	Metody wyznaczania charakterystyk elementów modelu do symulacji numerycznych; metody weryfikacji wytrzymałościowej w procesie projektowania mechanizmów układów mechatronicznych	2
Wy_05	Wyprowadzanie macierzy sztywności, wyznaczanie macierzy mas i tłumienia	4
Wy_06	Formułowanie równań układów niemechanicznych	3
Wy_07	Metodyka budowania modeli do symulacji numerycznych MES	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Rozwiązywanie równia ruchu metodą jawną - wprowadzenie, obliczenia układu o jednym stopniu swobody	2
La_02	Budowa modelu o wielu stopniach swobody, wyznaczanie parametrów modelu, zjawiska falowe	2
La_03	Symulacja pracy układu wieloczołowego z napędem elektromagnetycznym, wykonanie badania na układzie rzeczywistym, wyznaczanie charakterystyk elementów układu	3
La_04	Symulacja hamowania (rozruchu) obrotu nadwozia ustroju nośnego maszyny w różnych warunkach obciążenia ustroju, optymalizacja charakterystyki układu sterującego napęd obrotu pod kątem minimalizacji przeciążeń w napędzie i ustroju nośnym	4
La_05	Symulacja pracy sprzęgła przeciążeniowego z sterowaniem elektromagnetycznym, modelowanie układu do symulacji numerycznej z elementami mechanicznymi, hydraulicznymi (pneumatycznymi), elektromagnetycznymi	4
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- ND\_01 Ćwiczenia problemowe  
ND\_02 Dyskusja problemowa  
ND\_03 Eksperyment laboratoryjny  
ND\_04 Prezentacja multimedialna

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02	Kolokwium, ewentualne odpowiedzi ustne
P = F2 (lab)	PEK_U01-PEK_U03	Udział w dyskusjach problemowych, odpowiedzi ustne

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### Literatura podstawowa

1. Rusiński E., Metoda elementów skończonych. System COSMOS/M, WKiŁ Warszawa 1994
2. Rusinski E., Czmochoowski J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000
3. Zienkiewicz O.C.: Metoda elementów skończonych, Arkady 1972

#### Literatura uzupełniająca

1. Gawroński W., Kruszewski J., Ostachowicz W., Tarnowski K., Wittbrodt E.: Metoda elementów skończonych w dynamice konstrukcji, Arkady, Warszawa 1984
2. Jaszczuk W., Pochanke A.: Badania dynamiki układu napędowego z elektromagnesem przy zastosowaniu metod komputerowych. IX Sympozjum Mikromaszyny i Serwonapędy. Instytut Elektrotechniki i Politechnika Warszawska. Kraków 1994
3. Jaszczuk W., Wierciak J., Bodnicki M.: Napędy elektromechaniczne urządzeń precyzyjnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2000

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Marcin.Kowalczyk@pwr.edu.pl](mailto:Marcin.Kowalczyk@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Modelowanie i symulacja komputerowa zespołów mechatronicznych

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W24	C02	Wy_01-Wy_07	ND_01, ND_02, ND_04
PEK_W02	K2MTR_W24	C01	Wy_03-Wy_07	ND_01-ND_04
PEK_W03	K2MTR_W24	C01	Wy_04-Wy_06	ND_01-ND_04
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U23	C01	La_01-La_05	ND_01-ND_03

PEK_U02	K2MTR_U24	C03	La_01-La_05	ND_01, ND_02
PEK_U03	K2MTR_U25	C01	La_01-La_05	ND_01-ND_03

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

Nazwa w języku polskim: **Technologie laserowe**  
 Nazwa w języku angielskim: **Laser Technology**  
 Kierunek: **Mechatronika**  
 Stopień i forma: **II stopnia / Stacjonarne**  
 Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy / Wydziałowy**  
 Kod przedmiotu: **MCM021203**  
 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	Z		Z		
Liczba punktów ECTS	1		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		0,7		

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

1. Podstawowa wiedza z zakresu optyki i wpływu układów optycznych na bieg wiązki świetlnej
2. Podstawowa znajomość tematyki oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z materią
3. Znajomość tematu obróbki cieplnej i jej wpływu na przemiany zachodzące w materiale

**CELE PRZEDMIOTU**

- C01 Zdobycie wiedzy z zakresu budowy i działania systemów do obróbki laserowej  
 C02 Nabywanie umiejętności doboru odpowiedniego systemu laserowego do wyznaczonego zadania  
 C03 Samodzielne zdobywanie informacji i jej wykorzystanie do rozwiązywania problemów inżynierskich  
 C04 Udział studentów w pracach badawczych związanych z techniką laserową



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy

- PEK\_W01 Zna zasadę działania i budowę laserów wysokiej mocy  
PEK\_W02 Posiada wiedzę z zakresu układów formowania wiązki laserowej i interakcji promieniowania z materią  
PEK\_W03 Zna zakres stosowania laserów w wytwarzaniu

### Z zakresu umiejętności

- PEK\_U01 Potrafi dobrać odpowiedni system laserowy do zadanego procesu obróbki  
PEK\_U02 Postępuje w sposób właściwy ze specjalistycznym sprzętem laserowym  
PEK\_U03 W zależności od potrzebnego procesu potrafi dobrać odpowiedni układ formowania wiązki

### Z zakresu kompetencji społecznych

- PEK\_K01 Potrafi wytłumaczyć i uzasadnić własny punkt widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu technologii laserowej  
PEK\_K02 Potrafi wyszukiwać potrzebne informacje oraz krytycznie je ocenić  
PEK\_K03 Ma świadomość znaczenia zachowania zasad bezpieczeństwa laserowego

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Wykład		Liczba godzin
Wy_01	Podstawy działania laserów wysokiej mocy	2
Wy_02	Oddziaływanie wiązki laserowej z materią	2
Wy_03	Układy formowania wiązki laserowej oraz bezpieczeństwo laserowe	2
Wy_04	Cięcie z wykorzystaniem lasera	2
Wy_05	Wykorzystanie lasera do spawania	2
Wy_06	Napawanie powłok funkcjonalnych	2
Wy_07	Mikroobróbka z wykorzystaniem wiązki laserowej	2
Wy_08	Zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La_01	Sprawy organizacyjne. Przegląd generatorów promieniowania laserowego	2
La_02	Cięcie laserowe	2
La_03	Spawanie z wykorzystaniem wiązki laserowej	2
La_04	Napawanie powierzchni funkcjonalnych	2
La_05	Monitorowanie procesów laserowych	2
La_06	Wykorzystanie laserowych głowic skanujących do obróbki	2
La_07	Wykorzystanie lasera do hartowania	2
La_08	Termin odróbczy i zaliczenie	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

ND\_01 Prezentacja multimedialna  
ND\_02 Praca własna – przygotowanie do laboratorium  
ND\_03 Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
ND\_04 Demonstracja procesów laserowych  
ND\_05 Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny	Numer efektu kształcenia	Sposób osiągnięcia efektu kształcenia
P = F1 (wykład)	PEK_W01-PEK_W03	Egzamin pisemno-ustny
P = F2 (laboratorium)	PEK_U01-PEK_U03, PEK_K01-PEK_K03	Kartkówka-wejściówka, odpowiedzi ustne

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### Literatura podstawowa

1. J. Kusiński: "Lasery i ich zastosowanie w inżynierii materiałowej", Wydawnictwo Naukowe Akapit, 2000
2. E. Kannatey-Asibu: "Principles of Laser Materials Processing", Wiley, 2009

### Literatura uzupełniająca

1. J.C. Ion: „Laser Processing of Engineering Materials”, Elsevier, 2005
2. W.M. Steen: „Laser Material Processing”, Springer-Verlag, 1998

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

[Tomasz.Baraniecki@pwr.edu.pl](mailto:Tomasz.Baraniecki@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZAŃ EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Technologie laserowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### Mechatronika

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 (wiedza)	K2MTR_W20	C01	Wy_01	ND_01-ND_03, ND_05
PEK_W02	K2MTR_W20	C01	Wy_02, Wy_03	ND_01-ND_03, ND_05
PEK_W03	K2MTR_W20	C02	Wy_04-Wy_07	ND_01-ND_03, ND_05
PEK_U01 (umiejętności)	K2MTR_U21, K2MTR_U22	C02-C04	La_01-La_07	ND_04, ND_05

PEK_U02	K2MTR_U22	C01, C03, C04	La_01-La_07	ND_04, ND_05
PEK_U03	K2MTR_U21, K2MTR_U22	C01, C03, C04	La_02-La_04, La_07	ND_04, ND_05
PEK_K01 (kompetencje)	K2MTR_K13	C03	La_01-La_07	ND_02, ND_03
PEK_K02	K2MTR_K13	C03	La_01-La_07	ND_01-ND_05
PEK_K03	K2MTR_K13	C01	La_01	ND_01, ND_03_ND_05