

**Część B) programu studiów**

**Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się**

<b>Wydział prowadzący studia:</b>	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
<b>Kierunek na którym są prowadzone studia:</b>	Fizyka techniczna
<b>Poziom studiów:</b>	Studia drugiego stopnia
<b>Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:</b>	Poziom 7
<b>Profil studiów:</b>	ogólnoakademicki
<b>Przyporządkowanie kierunku do dyscypliny naukowej lub artystycznej (dyscyplin), do których odnoszą się efekty uczenia się:</b>	Dyscyplina: Nauki fizyczne (100%)  Dyscyplina wiodąca: nauki fizyczne
<b>Forma studiów:</b>	stacjonarne
<b>Liczba semestrów:</b>	3
<b>Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:</b>	90
<b>Łączna liczba godzin zajęć dydaktycznych:</b>	spec. Opto- i mikroelektronika : 919 – 932 spec. Cyfrowe systemy automatyki: 913 – 926 spec. Inżynieria biomedyczo-informatyczna: 895 - 917
<b>Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:</b>	Magister inżynier
<b>Wskazanie związku programu studiów z misją i strategią UMK:</b>	Program kształcenia na kierunku Automatyka i robotyka wykazuje związki z misją i strategią UMK szczególnie w zakresie: 2.1.4. Tworzenie oryginalnej oferty edukacyjnej, zgodnej z ideą Procesu bolońskiego. 2.2.1. Uatrakcyjnienie oferty edukacyjnej dzięki unikatowym studiom interdyscyplinarnym. 2.2.2. Pełniejsze uwzględnianie w ofercie edukacyjnej potrzeb rynku pracy, oczekiwań środowiska gospodarczego, instytucji samorządowych i organizacji tworzących infrastrukturę społeczną regionu. 3.2.7. Unowocześnienie bazy naukowo-dydaktycznej uwzględniające standardy światowe.

**Przedmioty/grupy zajęć wraz z zakładanymi efektami uczenia się\***

Grupy przedmiotów	Przedmiot	Zakładane efekty uczenia się	Formy i metody kształcenia zapewniające osiągnięcie efektów uczenia się.	Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta
<b>Przedmioty rdzenia spec. Opto- i mikroelektronika (obowiązkowe, wymagane 41 ECTS)</b>	1. Fizyka i zastosowanie laserów – 5 ECTS	<b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie opisu i analizy działania układów z dziedzin nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami laserów;</li> <li>• zna zasadę działania laserowych układów pomiarowych i aparatury, badawczej specyficznych dla obszaru zastosowań fizyki laserów;</li> <li>• posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki laserów;</li> <li>• ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie działania poszczególnych typów laserów oraz właściwości światła laserowego;</li> <li>• zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i bazę elementową do rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu optoelektroniki;</li> <li>• ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie działania analogowych i cyfrowych układów scalonych;</li> <li>• zna podstawowe metody, techniki, narzędzia potrzebne do zaprojektowania struktury układu scalonego;</li> <li>• posiada wiedzę niezbędną do zrozumienia procesów technologicznych wytwarzania struktur półprzewodnikowych;</li> </ul>	<b>Metody dydaktyczne podające:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład informacyjny (konwencjonalny);</li> <li>• opis;</li> <li>• wykład multimedialny-prezentacja;</li> </ul> <b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ćwiczeniowa;</li> <li>• klasyczna metoda problemowa;</li> <li>• doświadczeń;</li> <li>• laboratoryjna (eksperymentu);</li> <li>• obserwacji;</li> <li>• projektu;</li> </ul>	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium lub projektów, na pracowniach i w laboratoriach w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
	2. Optoelektronika – 5 ECTS			
	3. Projektowanie układów scalonych – 5 ECTS			
	4. Teoria ciała stałego – 5 ECTS			
	5. Pracownia mikroelektroniki – 5 ECTS			
	6. Fizyka powierzchni i zjawisk kontaktowych – 6 ECTS			
	7. Optyka laserowa – 5 ECTS			
	8. Pracownia optoelektroniki – 5 ECTS			

		<ul style="list-style-type: none"><li>• ma uporządkowaną i rozszerzoną wiedzę o trendach rozwojowych, najistotniejszych osiągnięciach nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką;</li><li>• zna podstawowe prawa fizyki kwantowej;</li><li>• posiada wiedzę o podstawowych składnikach materii i rodzajach podstawowych oddziaływań między nimi;</li><li>• posiada wiedzę niezbędną do zrozumienia procesów technologicznych wytwarzania cienkich warstw i kryształów różnymi metodami;</li><li>• zna w zakresie podstawowym zjawiska występujące na powierzchni i międzypowierzchni struktur półprzewodnikowych, oraz zna w zakresie podstawowym wpływ zjawisk występujących na powierzchni i międzypowierzchni na własności i działanie układów mikroelektronicznych;</li><li>• posiada podstawową wiedzę o budowie oraz zasadę działania podstawowych elementów i układów elektronicznych;</li><li>• rozumie związek pomiędzy optyką w ujęciu geometrycznym (promienie) i falowym (równania Maxwella);</li><li>• rozumie pojęcia przybliżenia optycznego oraz eikonału optycznego i promienia świetlnego i zna związek pomiędzy nimi;</li><li>• rozumie pojęcie wiązki gaussowskiej i sens fizyczny jej parametrów;</li><li>• zna zasady BHP w pracy z laserami, w tym klasyfikację źródeł promieniowania laserowego pod względem rodzaju zagrożeń;</li><li>• rozumie zjawisko formowania się modów w płaskim światłowodzie aktywnym;</li></ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p>		
--	--	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów laserowych i wnioskowaniu w dziedzinie fizyki laserów;</li> <li>• potrafi wykorzystać narzędzia programistyczne w celu rozwiązania postawionego problemu oraz potrafi znajdować niezbędne informacje w różnego typu źródłach;</li> <li>• potrafi odtworzyć tok rozumowania lub przebieg eksperymentu opisanego w literaturze z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń</li> <li>• potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników</li> <li>• posiada umiejętność analizy, opisu, modelowania i przystępnego przedstawiania zjawisk fizycznych z zakresu międzypowierzchni struktur półprzewodnikowych, rozumie zjawiska zachodzące w świecie międzypowierzchni struktur półprzewodnikowych, potrafi definiować, objaśniać i tłumaczyć podstawowe zjawiska fizyczne, które są wykorzystywane w technologiach mikroelektronicznych oraz potrafi zaadaptować wiedzę i metody fizyki do innych dyscyplin naukowych;</li> <li>• posiada umiejętność wyznaczania biegu promieni światła przez złożone układy optyczne za pomocą metod optyki macierzowej;</li> <li>• potrafi określić czy dany rezonator lasera jest stabilny oraz potrafi wyznaczyć stabilne mody gaussowskie rezonatora sferycznego lasera;</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p>		
--	--	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności, potrafi precyzyjnie formułować pytania, rozumie potrzebę dalszego kształcenia się;</li> <li>• posiada umiejętność dzielenia się swoją wiedzą i umiejętnościami;</li> <li>• potrafi pracować indywidualnie i w zespole;</li> <li>• ma poczucie odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, posiada kompetencje w zakresie twórczego udziału w projektach zespołowych, także w roli lidera;</li> <li>• ma świadomość doniosłej roli i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera, w tym jej wpływu na środowisko;</li> <li>• potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy;</li> </ul>		
<b>Przedmioty rdzenia spec. Cyfrowe systemy automatyki (obowiązkowe, wymagane 44 ECTS)</b>	1. Cyfrowe systemy pomiarowe – 2 ECTS	<b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student: <ul style="list-style-type: none"> <li>• dysponuje wiedzą z techniki eksperymentu umożliwiającą planowanie oraz wykonanie eksperymentów pomiarowych;</li> <li>• zna zasadę działania i ograniczenia cyfrowych układów pomiarowych używanych w obszarze fizyki technicznej;</li> <li>• ma wiedzę pozwalającą wykorzystać funkcje środowiska LabVIEW w procesie symulacji, modelowania i wizualizacji oraz zaprojektować i zasymulować proste układy cyfrowe;</li> <li>• posiada uporządkowaną, rozszerzoną wiedzę na temat mechanizmów tworzenia aplikacji czasu rzeczywistego, stosując do tego celu proste mikroprocesory oraz układy mikroprocesorowe z systemem operacyjnym czasu rzeczywistego;</li> </ul>	<b>Metoda dydaktyczna podająca:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład informacyjny (konwencjonalny);</li> <li>• opis;</li> <li>• wykład multimedialny-prezentacja;</li> <li>• tekst programowany;</li> <li>• wykład konwersatoryjny;</li> <li>• opowiadanie;</li> </ul> <b>Metoda dydaktyczna poszukująca:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ćwiczeniowa;</li> <li>• klasyczna metoda problemowa;</li> <li>• doświadczeń;</li> <li>• metoda projektu;</li> <li>• laboratoryjna (eksperymentu);</li> </ul>	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium lub projektów, na pracowniach i w laboratoriach w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
	2. Modelowanie systemów cyfrowych w środowisku Labview – 5 ECTS			
	3. Podstawy sterowania w czasie rzeczywistym – 5 ECTS			
	4. Procesory sygnałowe – 5 ECTS			
	5. Sieci transmisji bezprzewodowej – 3 ECTS			
	6. Systemy identyfikacji – RFID – 2 ECTS			
	7. Cyfrowe systemy wizyjne – ECTS 5			
	8. Systemy nadzorujące i systemy bezpieczeństwa w układach automatyki – 2 ECTS			
	9. Sieci neuronowe w modelowaniu i sterowaniu – 4 ECTS			

<p>10. Pracownia fizyki technicznej – 5 ECTS</p>	<p>11. Projektowanie systemów kontrolno-pomiarowych w układach programowalnych – 6 ECTS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zna pojęcie systemu wbudowanego i systemu sterowania oraz metodykę projektowania tego typu systemów. Ponadto zna podstawowe algorytmy sterowania i protokoły komunikacyjne wykorzystywane przy realizacji zadań sterowania w reżimie czasu rzeczywistego;</li> <li>• posiada wiedzę w zakresie stosowania zaawansowanych konstrukcji języka C do opisu działania aplikacji wielowątkowych;</li> <li>• posiada wiedzę w zakresie stosowania specjalistycznych narzędzi i języków programowania wymaganych podczas tworzenia aplikacji czasu rzeczywistego;</li> <li>• posiada wiedzę z zakresu różnego rodzaju systemów wizyjnych oraz zna metody przetwarzania obrazów, różne mechanizmy filtracji i segmentacji obrazów cyfrowych;</li> <li>• zna metody analizy treści obrazów - wyznaczanie cech obrazów, podstawy ich klasyfikacji;</li> <li>• zna zasady projektowania systemów bezpieczeństwa funkcjonalnego w automatyce;</li> <li>• ma wiedzę w zakresie analizy matematycznej, metod numerycznych, symulacji komputerowych, niezbędnych do zastosowania sieci neuronowych;</li> <li>• opisuje działania układów dynamicznych za pomocą modeli, charakteryzuje aparat pojęciowy sieci neuronowych oraz wykorzystuje narzędzia programistyczne MatLab i Simulink pozwalające na realizację projektów w zakresie tworzenia układów regulacji na podstawie sieci neuronowych;</li> <li>• posiada rozbudowaną wiedzę w zakresie stosowania języka VHDL i jego zaawansowanych konstrukcji do opisu działania systemów kontrolno-pomiarowych;</li> </ul>		
--	---	---	--	--

**Efekty uczenia się - umiejętności**

Student:

- potrafi zastosować posiadaną wiedzę przy formułowaniu i rozwiązywaniu problemów oraz realizacji eksperymentów;
- potrafi zaprojektować system pomiarowy używając właściwych metod, narzędzi oraz technik komputerowych;
- wykorzystuje dostępne w środowisku funkcje w celu symulacji działania układów cyfrowych;
- potrafi na podstawie dostarczonej specyfikacji wykonać program modelujący działanie układów cyfrowych;
- posiada wiedzę w zakresie stosowania specjalistycznych narzędzi i języków programowania wymaganych podczas tworzenia aplikacji czasu rzeczywistego;
- właściwie wykorzystuje wybrane narzędzia programistyczne podczas realizacji aplikacji czasu rzeczywistego;
- potrafi zaadaptować wiedzę i metody fizyki do innych dyscyplin naukowych, zaprojektować proste urządzenie, czy system pomiarowy używając właściwych metod, narzędzi oraz technik komputerowych;
- posiada umiejętność praktycznego zastosowania poznanych metod do przetwarzania i analizy obrazu z wykorzystaniem odpowiednich narzędzi informatycznych (MATLAB z Image Processing Toolbox);
- potrafi zaprojektować prosty system sterowania spełniający wymogi zakładanego reżimu czasowego wykorzystując język C i poznane mechanizmy;

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi pracować indywidualnie i w zespole opracowując program sterownika bezpieczeństwa i aplikację nadzorującą SCADA;</li> <li>• analizuje złożoność algorytmów uczenia sieci neuronowej w zależności od typu modelu;</li> <li>• stosując język programowania VHDL, C lub assembler potrafi oprogramować oraz zweryfikować poprawność działania systemu cyfrowego zaimplementowanego w strukturze układu programowalnego;</li> <li>• wykorzystuje właściwie wybrane narzędzia programistyczne do realizacji zaawansowanych projektów systemów kontrolno-pomiarowych w strukturach układów programowalnych;</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozumie i docenia znaczenie rzetelności w działaniach własnych i innych osób;</li> <li>• ma świadomość ograniczeń swojej wiedzy i potrafi ją samodzielnie pogłębiać;</li> <li>• posiada świadomość skutków wadliwie działających systemów sterowania oraz kontrolno-pomiarowych pracujących pod reżimem czasu rzeczywistego;</li> <li>• działa i myśli kreatywnie rozwiązując zagadnienia z zakresu tworzenia aplikacji czasu rzeczywistego;</li> <li>• umie krytycznie oceniać odbierane treści i zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania;</li> </ul> <p><u>Powyższe efekty uczenia się są zgodne z efektami uczenia się na II stopniu studiów na kierunku fizyka techniczna:</u> Wiedza: K_W01 - 05,</p>		
--	--	--	--	--



		Umiejętności: K_U01 – 05, 07, 09, 10 Kompetencje społeczne: K_K01 – 03.		
<p><b>Przedmioty rdzenia dla spec. Inżynieria biomedyczna-informatyczna (obowiązkowe, łącznie 26 ECTS)</b></p>	<p>1. Biofizyka – 5 ECTS</p> <p>2. Pracownia fizyki technicznej i inżynierii biomedycznej – informatycznej – 6 ECTS</p> <p>3. Wprowadzenie do projektowania systemów optycznych cz. I i cz. 2 – 8 ECTS</p> <p>4. Programowanie na kartach graficznych – 3 ECTS</p> <p>5. Programowanie FPGA – 3 ECTS</p> <p>6. Konwersatorium z biofizyki i fizyki medycznej – 1 ECTS</p>	<p><b>Wiedza</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posiada uporządkowaną wiedzę z biofizyki, optyki, programowania komputerowego oraz układów programowalnych; ma wiedzę o trendach rozwojowych i osiągnięciach w tworzeniu i wykorzystaniu aparatury biomedycznej;</li> <li>- posiada wiedzę dotyczącą metod eksperymentalnych wykorzystywanych w naukach biomedycznych oraz wiedzę dotyczącą metod analizy i przedstawiania wyników tych eksperymentów;</li> <li>- zna zasadę działania aparatury badawczej, obrazowej i diagnostycznej powszechnie wykorzystywanej w biomedycynie i naukach pokrewnych;</li> <li>- zna podstawowe metody, techniki i narzędzia (teoretyczne, inżynierskie i programistyczne) z zakresu projektowania układów optycznych, programowania komputerowego oraz FPGA.</li> </ul> <p><b>Umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- potrafi zastosować metody naukowe w rozwiązywaniu problemów z zakresu nauk biomedycznych, programowania komputerowego, projektowania układów optycznych oraz w realizacji eksperymentów i we wnioskowaniu;</li> <li>- posiada umiejętności planowania i przeprowadzania eksperymentów i obserwacji w obszarze fizyki, biofizyki i fizyki technicznej;</li> <li>- potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, działania modeli numerycznych symulowanych problemów biomedycznych i inżynierskich a także obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności uzyskanych wyników;</li> <li>- potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł (np. literatury patentowej), potrafi odtworzyć tok rozumowania lub przebieg eksperymentu opisanego w literaturze,</li> </ul>	<p><b>Metody dydaktyczne eksponujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pokaz,</li> </ul> <p><b>Metody dydaktyczne podające:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład informacyjny (konwencjonalny),</li> <li>- wykład konwersatoryjny,</li> <li>- wykład problemowy,</li> <li>- pogadanka,</li> </ul> <p><b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- doświadczeń,</li> <li>- laboratoryjna,</li> <li>- klasyczna metoda problemowa,</li> <li>- projektu,</li> <li>- studium przypadku,</li> </ul>	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium lub projektów, na pracowniach i w laboratoriach w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>

		<p>z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posiada umiejętność syntezy metod i koncepcji typowych w naukach biomedycznych, informatycznych i inżynierskich;</li> <li>- potrafi zaprojektować proste układy optyczne oraz dokonać analizy ich działania z wykorzystaniem właściwych programów komputerowych, potrafi napisać proste kody komputerowe z wykorzystaniem obliczeń na kartach graficznych oraz kody programujące układy FPGA lub podobne, potrafi zaadaptować zdobytą wiedzę i metody do innych dyscyplin naukowych;</li> <li>- potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pisemnej, ustnej, prezentacji multimedialnej lub plakatu, potrafi skutecznie komunikować się zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami w zakresie biofizyki, fizyki technicznej, informatyki;</li> <li>- potrafi pracować indywidualnie i w zespole planując i realizując projekty o charakterze eksperymentalnym, inżynierskim lub programistycznym; ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania;</li> <li>- potrafi określić kierunki dalszego uzupełniania wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie inżynierii biomedycznej oraz zastosowania metod informatyki w naukach biomedycznych.</li> </ul> <p><b>Kompetencje społeczne</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się w obszarach wiedzy powiązanych z fizyką, biofizyką, biomedycyną, inżynierią biomedyczną;</li> <li>- rozumie i docenia znaczenie rzetelności w działaniach własnych i innych osób; ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej (plagiat czy autoplaciat), a także w kontekście badań i eksperymentów o</li> </ul>		
--	--	--	--	--

		<p>charakterze biomedycznym (zagadnienia etyki w biomedycynie);</p> <p>- rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu inżynierii biomedycznej oraz metod informatyki w biomedycynie, a także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych w tych obszarach nauki.</p>		
<p><b>Przedmioty specjalistyczne dotyczące zastosowań fizyki dla spec. Opto- i mikroelektronika i Cyfrowe systemy automatyki, (do wyboru, wymagane 5 ECTS)</b></p>	1. Wybrane zagadnienia z elektrodynamiki – 5 ECTS	<p><b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna zasady zachowania: ładunku, energii, pędu i rozumie z tym związane pojęcia: wektor Poyntinga, pęd pola i tensora napięć Maxwella;</li> <li>• zna równania Maxwella oraz warunki brzegowe na granicach ośrodków i ich znaczenie do opisu zjawisk fizycznych oraz rozumie związek pomiędzy polami mikroskopowymi i makroskopowymi;</li> <li>• zna mechanizmy i metody syntezy podstawowych materiałów, podział materiałów w oparciu o ich cechy strukturalne oraz posiada wiedzę w zakresie powiązań parametrów cząsteczkowych z właściwościami fizycznymi materiałów;</li> <li>• zna podstawowe zasady charakteryzacji materiałów metodami fizycznymi i chemicznymi;</li> <li>• zna metody i narzędzia budowy i testowania filtrów cyfrowych;</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi rozwiązywać równania Maxwella z narzuconymi warunkami brzegowym: zastosować metodę obrazów, zastosować metodę wielomianów ortogonalnych oraz metodę separacji zmiennych;</li> </ul>	<p><b>Metoda dydaktyczna podająca:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład informacyjny (konwencjonalny);</li> <li>• opis;</li> <li>• wykład multimedialny-prezentacja;</li> <li>• tekst programowany;</li> </ul> <p><b>Metoda dydaktyczna poszukująca:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ćwiczeniowa;</li> <li>• klasyczna metoda problemowa;</li> <li>• doświadczeń;</li> <li>• metoda projektu;</li> <li>• laboratoryjna (eksperymentu);</li> </ul>	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium lub projektów, na pracowniach i w laboratoriach w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>
	2. Methods for Materials Characterization – 5 ECTS			
	3. Projektowanie filtrów cyfrowych – 5 ECTS			

		<ul style="list-style-type: none"> <li>•potrafi sformułować prawa Maxwella w sposób relatywistycznie niezmienniczy i rozwiązać wybrane problemy stacjonarne</li> <li>•potrafi samodzielnie uzyskać próbkę z materiałów nieorganicznych i nanomateriałów, przeprowadzić syntezę oraz dokonać charakteryzacji otrzymanego materiału metodami fizycznymi i chemicznymi;</li> <li>•potrafi zaprojektować i przetestować filtry cyfrowe używając środowiska MatLab i LabView;</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się w obszarach wiedzy powiązanych z fizyką, chemią inżynierią materiałów;</li> <li>• rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu inżynierii oraz informatyki w fizyce, a także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych w tych obszarach nauki;</li> </ul>		
<p><b>Przedmioty specjalistyczne dotyczące fizyki współczesnej dla spec. Opto- i mikroelektronika oraz Cyfrowe systemy sterowania (obowiązkowe za 4 ECTS)</b></p>	<p>1. Fizyka współczesna – 4 ECTS</p>	<p><b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•zna podstawowe pojęcia współczesnej optyki, mechaniki kwantowej, kosmologii, fizyki fazy skondensowanej;</li> <li>•rozumie centralną rolę eksperymentu w decydowaniu o przyszłych kierunkach badań w fizyce. Pozna zasady projektowania najnowszych eksperymentów w fizyce atomowej molekularnej, optyce i nanotechnologii;</li> </ul>	<p><b>Metoda dydaktyczna podająca:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykład informacyjny (konwencjonalny);</li> <li>• opis;</li> <li>• wykład multimedialny-prezentacja;</li> </ul> <p><b>Metoda dydaktyczna poszukująca:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ćwiczeniowa;</li> <li>• referatu;</li> <li>• laboratoryjna (eksperymentu);</li> </ul>	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwii lub projektów, na pracowniach i w laboratoriach w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zna zasady działania nowoczesnych układów pomiarowych, ze szczególnym uwzględnieniem układów do badania spektroskopii i wykorzystywania jej w badaniach;</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi posługiwać się formalizmem matematycznym do modelowania prostych zjawisk fizycznych, kluczowych we współczesnych trendach fizyki;</li> <li>• potrafi przewidzieć jakościowo własności skalowania się wyrażeń fizycznych w zależności od różnych parametrów, potrafi posługiwać się analizą wymiarową;</li> <li>•</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się w obszarach wiedzy powiązanych z fizyką;</li> <li>• rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy i mówienia przystępnym językiem o współczesnej fizyce, dostrzega korzyści społeczne płynące z rozwoju fizyki oraz jej znaczenie w dzisiejszej nauce;</li> </ul>		<p>efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>
<p><b>Przedmioty specjalistyczne dla spec. Inżynieria biomedyczo-informatyczna (do wyboru, wymagane 15 ECTS)</b></p>	<p>1. Komputerowe modelowanie leków – 3 ECTS</p> <p>2. Aparatura biomedyczna – 3 ECTS.</p> <p>3. Biologiczne i medyczne bazy danych – 3 ECTS</p> <p>4. Inżynieria optyczna – metody i zastosowania – 3 ECTS</p>	<p><b>Wiedza</b> Student:</p> <p>- posiada rozszerzoną wiedzę z biofizyki, optyki, fotoniki, komputerowego modelowania problemów biomedycznych, przetwarzania sygnałów komputerowych, analizy obrazów biomedycznych, programowania komputerowego, ma rozszerzoną wiedzę o trendach rozwojowych i osiągnięciach</p>	<p><b>Metody dydaktyczne eksponujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pokaz,</li> <li>- symulacyjna,</li> </ul> <p><b>Metody dydaktyczne podające:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład informacyjny (konwencjonalny),</li> <li>- wykład problemowy,</li> <li>- wykład konwersatoryjny,</li> </ul>	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium lub projektów,</p>

5. Programowanie w języku Python – 3 ECTS	w tworzeniu i wykorzystaniu aparatury biomedycznej oraz tworzeniu nowych metod badawczych w biomedycynie;	- opis,	na pracowniach i w laboratoriach w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
6. Fizyka jądrowa – 3 ECTS		<b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b>	
7. Bio-nanomateriały – 3 ECTS	- zna zasadę działania aparatury badawczej, obrazowej i diagnostycznej powszechnie wykorzystywanej w biomedycynie i naukach pokrewnych;	- ćwiczeniowa,	
8. Analiza sygnałów biomedycznych – 3 ECTS		- laboratoryjna,	
9. Wprowadzenie do tomografii – 3 ECTS	- zna podstawowe metody, techniki i narzędzia (teoretyczne, inżynierskie i programistyczne) z zakresu projektowania układów optycznych, programowania komputerowego, analizy sygnałów biomedycznych oraz przetwarzania i rozpoznawania sygnałów i obrazów generowanych przez aparaturę biomedyczną;	- klasyczna metoda problemowa,	
10. Statystyka medyczna – 3 ECTS		- giełda pomysłów,	
11. Oko i przyrządy optometryczne – 3 ECTS	- zna podstawowe metody, techniki i narzędzia (teoretyczne, inżynierskie i komputerowe) wspomagające badania biomedyczne;	- projektu,	
12. Optyka laserowa – 3 ECTS		- studium przypadku,	
13. Mikroskopia sił atomowych – 3 ECTS	<b>Umiejętności</b> Student:		
14. Nanofotoinika i plazmonika – 3 ECTS	- potrafi zastosować metody naukowe w rozwiązywaniu problemów z zakresu optyki, nauk biomedycznych, programowania komputerowego, modelowania komputerowego problemów biomedycznych, analizy danych i obrazów biomedycznych;		
15. Dynamika molekularna – 3 ECTS	- potrafi dokonać krytycznej analizy wyników badań biomedycznych, działania modeli numerycznych symulowanych problemów biomedycznych i inżynierskich a także obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności uzyskanych wyników;		
lub inne z listy przedmiotów specjalistycznych ogłaszanej corocznie	- potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł (np. literatury patentowej), potrafi odtworzyć tok rozumowania w zagadnieniach opisanych w literaturze, z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń;		
	- posiada umiejętność syntezy metod i koncepcji typowych w naukach biomedycznych, informatycznych i inżynierskich;		
	- potrafi zastosować metody numeryczne lub programy komputerowe do modelowania lub		

		<p>rozwiązywania problemów biomedycznych, potrafi zaadaptować zdobytą wiedzę i metody do innych dyscyplin naukowych;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- potrafi pracować indywidualnie i w zespole planując i realizując projekty o charakterze eksperymentalnym, inżynierskim lub programistycznym; ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania;</li> <li>- potrafi określić kierunki dalszego uzupełniania wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie inżynierii biomedycznej oraz zastosowania metod informatyki w naukach biomedycznych.</li> </ul> <p><b>Kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się w obszarach wiedzy powiązanych z fizyką, biofizyką, biomedycyną, inżynierią biomedyczną;</li> <li>- rozumie i docenia znaczenie rzetelności w działaniach własnych i innych osób; ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej (plagiat czy autoplagiat), a także w kontekście badań i eksperymentów o charakterze biomedycznym (zagadnienia etyki w biomedycynie);</li> <li>- rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu inżynierii biomedycznej oraz metod informatyki w biomedycynie, a także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych w tych obszarach nauki.</li> </ul> <p><u>Powyższe efekty uczenia są zgodne z efektami uczenia się na II stopniu studiów na kierunku fizyka techniczna:</u> Wiedza: K_W01, 02, 04, 05; Umiejętności: K_U01, 03 – 05, 07, 09, 10; Kompetencje społeczne: K_U01 - 03.</p>		
<b>Przedmioty uzupełniające dla spec. Inżynieria</b>	1. Języki programowania – 5 ECTS	<b>Wiedza</b> Student:	<b>Metody dydaktyczne eksponujące:</b> - pokaz,	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów

<b>biomedyczo-informatyczna (do wyboru, wymagane 15 ECTS)</b>	2. Struktury komputerowych systemów pomiarowych – 5 ECTS	<p>- posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie programowania komputerowego (studenci z podstawami inżynierskimi) lub w zakresie praktycznego zastosowania komputerów w systemach pomiarowych (studenci z podstawami programistycznymi), podstaw fizyki jądrowej i dozymetrii;</p> <p>- ma wystarczającą wiedzę z budowy komputerowych systemów pomiarowych lub metod programistycznych umożliwiającą wykonanie prostych eksperymentów pomiarowych lub symulacyjnych;</p> <p>- zna podstawowe metody, techniki i narzędzia (teoretyczne, inżynierskie i programistyczne) z zakresu projektowania i budowy pomiarowych systemów komputerowych lub programowania komputerowego;</p> <p><b>Umiejętności</b> Student:</p> <p>- potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów programistycznych lub z zakresu projektowania komputerowych systemów pomiarowych;</p> <p>- potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł z zakresu inżynierii komputerowych systemów pomiarowych lub programowania, potrafi odtworzyć tok rozumowania opisanego w literaturze, z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń;</p> <p>- potrafi zaprojektować proste pomiarowe systemy komputerowe oraz dokonać analizy ich działania z wykorzystaniem właściwych narzędzi lub zaimplementować algorytmy numeryczne z wykorzystaniem podstawowych technik programistycznych;</p> <p>- potrafi pracować indywidualnie i w zespole nad rozwiązywaniem problemów z zakresu projektowania systemów komputerowych lub problemów programistycznych; ma świadomość</p>	<p><b>Metody dydaktyczne podające:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład informacyjny (konwencjonalny),</li> <li>- wykład problemowy,</li> </ul> <p><b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ćwiczeniowa,</li> <li>- laboratoryjna,</li> <li>- klasyczna metoda problemowa,</li> <li>- projektu,</li> </ul>	<p>kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium lub projektów, na pracowniach i w laboratoriach w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>
	3. Przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów – 5 ECTS			
	4. Radiomika – 5 ECTS			
	5. Programowanie obiektowe 1 – 5 ECTS			
	lub inne z listy przedmiotów uzupełniających ogłaszanej corocznie			



		<p>odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania;</p> <p>- potrafi określić kierunki dalszego uzupełniania wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie projektowania komputerowych systemów pomiarowych lub metod programistycznych;</p> <p><b>Kompetencje społeczne</b> Student: - zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się w tematyce technik komputerowych i programistycznych;</p>		
<p><b>Przedmioty dotyczące rozwoju przedsiębiorczości (do wyboru, wymagane 3 ECTS)</b></p>	Innowacje – 2 ECTS	<p><b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student: • posiada wiedzę pozwalającą pracować samodzielnie, jak i w grupie, pełniąc różnego typu role zawodowe, • ma wiedzę konieczną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej, • ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad modelowania, konstruowania i analiz koniecznych w pracy inżynierskiej, • zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości.</p> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student: • potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, • potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich, • potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach, kierować pracą zespołu,</p>	<p>• <b>Metoda dydaktyczna podająca:</b> <b>wykład konwersatoryjny, wykład problemowy</b></p> <p>• <b>Metoda dydaktyczna poszukująca:</b> <b>gielda pomysłów,</b></p>	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium, na pracowniach i w laboratoriach, w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>
	Teoria niezawodności – 1 ECTS			
	Przedsiębiorczość – 1 ECTS			

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie,</li> <li>• potrafi samodzielnie ocenić czas życia i niezawodność złożonego procesu technologicznego, produkcyjnego lub programu komputerowego.</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posiada kompetencje w zakresie twórczego udziału w projektach zespołowych, także w roli lidera,</li> <li>• potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy,</li> <li>• ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.</li> </ul>		
<p><b>Przedmioty ogólnouniwersyteckie dotyczące obszaru nauk społecznych (do wyboru, wymagane 3 ECTS (spec. Opto- i mikroelektronika, Cyfrowe systemy automatyki), 2 ECTS (spec. Inżynieria biomedyczo-informatyczna)</b></p>	<p>Przedmiot ogólnouniwersytecki</p>	<p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie,</li> <li>• potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie.</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu,</li> <li>• ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda dydaktyczna podająca: wykład konwersatoryjny, wykład problemowy</li> </ul>	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu. Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie zaliczenia na ocenę lub egzaminu. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>

<b>Język obcy</b> <b>(obowiązkowy, wymagane 3 ECTS)</b>	Język angielski dla nauk technicznych 2 – 3 ECTS	<b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią,</li> <li>• potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców.</li> </ul>	Metoda kognitywno - komunikacyjna z zastosowaniem różnych mediów oraz urozmaiconych form pracy studenta.	Na sposoby weryfikacji osiągniętych kompetencji składają się: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ocena ciągła (bieżące przygotowanie do zajęć, odrabianie zadań domowych oraz aktywność na zajęciach) -</li> <li>- śródsesemtralne pisemne testy kontrolne obejmujące sprawdzenie opanowanych przez studenta zagadnień</li> <li>- śródsesemtralne kolokwia prace pisemne</li> <li>- wypowiedzi ustne</li> <li>- Egzamin sprawdzający kompetencje językowe B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego</li> </ul>
<b>Praca dyplomowa</b> <b>(obowiązkowe, 26 ECTS)</b>	1. Praca magisterska – 20 ECTS 2. Proseminarium magisterskie (w jęz. angielskim) – 2 ECTS 3. Seminarium magisterskie – 2 ECTS 4. Pracownia magisterska cz. 1 i cz. 2 – 2 ECTS	<b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student: <ul style="list-style-type: none"> <li>• posiada szeroką wiedzę teoretyczną i praktyczną w tematyce pracy magisterskiej.</li> </ul> <b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu, posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów, obserwacji lub obliczeń w określonych obszarach studiowanej dyscypliny lub jej zastosowań, potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł,</li> <li>• potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń wraz z oceną dokładności wyników,</li> <li>• potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pracy magisterskiej.</li> </ul> <b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:	Praca pisemna w oparciu o własne badania, symulacje, doświadczenia konfrontująca zdobytą wiedzę i umiejętności z aktualnym stanem wiedzy.	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: <ul style="list-style-type: none"> <li>- na seminariach: na podstawie przygotowanych prezentacji, obecności i aktywności;</li> <li>- na pracowni magisterskiej: na podstawie obecności. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</li> </ul> Zaliczenie pracy magisterskiej wymaga akceptacji oraz recenzji promotora oraz pozytywnej opinii o pracy niezależnego recenzenta. Pracę dyplomową podsumowuje egzamin magisterski.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się,</li> <li>• rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób, ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej: plagiat czy autoplgiat, fałszowanie danych.</li> </ul>		
<b>Wykłady monograficzne dla spec. Opto- i mikroelektronika (do wyboru, wymagane 3 ECTS)</b>	Wykład monograficzny (z listy dostępnych wykładów ogłaszanej corocznie)	<p><b>Efekty uczenia się – wiedza</b> Student: ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z dziedzin nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami fizyki</p> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie,</li> <li>• potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie.</li> </ul> </p> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu,</li> </ul> </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda dydaktyczna podająca: wykład konwersatoryjny, wykład problemowy</li> </ul>	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwii, na pracowniach i w laboratoriach, w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych lub zaliczeń. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
<b>Kursy komputerowe dla spec. Opto- i mikroelektronika oraz Cyfrowe sytemy automatyki (do wyboru, wymagane 2 ECTS)</b>	Kurs komputerowy (z listy dostępnych kursów ogłaszanej corocznie)	<p><b>Efekty uczenia się – wiedza</b> Student:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• dysponuje pogłębioną wiedzą z techniki eksperymentu umożliwiającą planowanie oraz wykonanie eksperymentów pomiarowych i badawczych</li> <li>• zna metody, techniki, narzędzia i bazę elementową do rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu studiowanej specjalności</li> </ul> </p>	<p><b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ćwiczeniowa,</li> <li>- laboratoryjna,</li> <li>- klasyczna metoda problemowa,</li> <li>- projektu,</li> </ul>	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwii, na pracowniach i w

		<b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników i testować hipotezy co do zgodności modeli z doświadczeniem</li> <li>• potrafi zaadaptować wiedzę i metody fizyki do innych dyscyplin naukowych, zaprojektować proste urządzenie lub system pomiarowy używając właściwych metod, narzędzi oraz technik komputerowych</li> </ul>		laboratoriach, w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych lub zaliczeń. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
--	--	---	--	---

**Szczegółowe wskaźniki punktacji ECTS**

**Dyscypliny naukowe lub artystyczne, do których odnoszą się efekty uczenia się:**

	Dyscyplina naukowa lub artystyczna	Punkty ECTS	
		liczba	%
1.	Nauki fizyczne	90	100



Grupy przedmiotów zajęć	Przedmiot	Liczba punktów ECTS	Liczba ECTS w dyscyplinie: (wpisać nazwy dyscyplin)****				Liczba punktów ECTS z zajęć do wyboru	Liczba punktów ECTS, jaką student uzyskuje w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	Liczba punktów ECTS, które student uzyskuje realizując: zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów*****/ zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne *****
			Nauki fizyczne	Automatyka, elektrotechnika i elektronika	ekonomia i finanse	językoznawstwo			
<b>Przedmioty rdzenia spec. Opto- i mikroelektronika</b>	Fizyka i zastosowania laserów	5	5				2.5	2	
	Optoelektronika	5	5				2.5	2	
	Projektowanie układów scalonych	5	5				2.5	2	
	Teoria ciała stałego	5	5				2.5	2	
	Fizyka międzypowierzchni i zjawisk kontaktowych	6	6				3	2	
	Optyka laserowa	5	5				2.5	2	
	Pracownia optoelektroniki	5	5				2.5	3	
	Pracownia mikroelektroniki	5	5				2.5	3	
<b>Przedmioty rdzenia spec. Cyfrowe systemy automatyki</b>	Cyfrowe systemy pomiarowe	2	2				1	0.5	

	Modelowanie systemów cyfrowych w środowisku Labview	4	4					2	1
	Podstawy sterowania w czasie rzeczywistym	5	5					2.5	2
	Procesory sygnałowe	5		5				2.5	2.5
	Sieci transmisji bezprzewodowej	3	3					1.5	1
	Systemy identyfikacji – RFID	2	2					1	0.5
	Cyfrowe systemy wizyjne	5		5				2.5	2
	Systemy nadzorujące i systemy bezpieczeństwa w układach automatyki	2	2					1	0.5
	Sieci neuronowe w modelowaniu i sterowaniu	4		4				2	3
	Pracownia fizyki technicznej	5	5					2.5	3
	Projektowanie systemów kontrolno-pomiarowych w układach programowalnych	6	1	5				3	3
<b>Przedmioty rdzenia spec. Inżynieria biomedyczno-informatyczna</b>	Konwersatorium z biofizyki i fizyki medycznej	1	1					0.5	0.5
	Biofizyka	5	5					2.5	2
	Wprowadzenie do projektowania systemów optycznych cz.1	4	4					2	1.5
	Pracownia fizyki technicznej i inżynierii biomedyczno-informatycznej	6	6					3	3
	Wprowadzenie do projektowania systemów optycznych cz.2	4	4					2	1.5
	Programowanie na kartach graficznych	3	3					1.5	1
	Programowanie FPGA	3	3					1.5	1

<b>Przedmioty specjalistyczne dot. zastosowań fizyki dla spec. Opto- i mikroelektronika oraz Cyfrowe systemy automatyki (do wyboru, wymagane 5 ECTS)</b>	Wybrane zagadnienia elektrodynamiki	5	5				5	2.5	2
	Methods for Materials Characterization	5							
	Projektowanie filtrów cyfrowych	5							
<b>Przedmioty specjalistyczne dla spec. Inżynieria biomedyczo-informatyczna (do wyboru, wymagane 15 ECTS)</b>	Aparatura biomedyczna	3	15				15	7.5	7
	Biologiczne i medyczne bazy danych	3							
	Inżynieria optyczna - metody i zastosowania	3							
	Komputerowe modelowanie leków	3							
	Optyczna spektroskopia molekularna	3							
	Programowanie w języku Python	3							
	Fizyka jądrowa	3							
	Bio-nanomateriały	3							
	Analiza sygnałów biomedycznych	3							
	Wprowadzenie do tomografii	3							
	Statystyka medyczne	3							
	Oko i przyrządy optometryczne	3							
	Optyka laserowa	3							
	Mikroskopia sił atomowych	3							
	Nanofotonika i plazmonika	3							
Dynamika molekularna	3								
lub inne z listy ogłaszanej corocznie									
<b>Przedmioty uzupełniające dla spec. Inżynieria biomedyczo-informatyczna (do wyboru, wymagane 15 ECTS)</b>	Programowanie obiektowe 1	5	15				15	7.5	7
	Radiomika	5							
	Języki programowania	5							
	Przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów	5							
	Struktury komputerowych systemów pomiarowych	5							
<b>Przedmioty specjalistyczny dot. fizyki współczesnej dla spec. Opto- i mikroelektronika oraz Cyfrowe systemy automatyki</b>	Fizyka współczesna	4	4					2	1.5



<b>Wykłady monograficzne dla spec. Opto- i mikroelektronika (do wyboru, wymagane 3 ECTS)</b>	Wykład monograficzny (z listy dostępnych wykładów ogłaszanej corocznie)	<b>3</b>	<b>3</b>				<b>3</b>	<b>1.5</b>	<b>3</b>
<b>Kursy komputerowe dla spec. Opto- i mikroelektronika oraz Cyfrowe sytemy automatyki (do wyboru, wymagane 2 ECTS)</b>	Kurs komputerowy (z listy dostępnych kursów ogłaszanej corocznie)	<b>2</b>	<b>2</b>				<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>
<b>Przedmioty dot. rozwoju przedsiębiorczości (do wyboru, wymagane 3 ECTS)</b>	Innowacje	<b>2</b>			<b>3</b>		<b>3</b>	<b>1.5</b>	<b>0</b>
	Teoria niezawodności	<b>1</b>							
	Przedsiębiorczość	<b>1</b>							
<b>Przedmioty ogólnouniwersyteckie dotyczące obszaru nauk społecznych (do wyboru, wymagane 3 ECTS (spec. Opto- i mikroelektronika, Cyfrowe systemy automatyki), 2 ECTS (spec. Inżynieria biomedyczo-informatyczna)</b>	Przedmioty ogólnouniwersyteckie z obszaru nauk społecznych	<b>3</b>			<b>3</b>		<b>3</b>	<b>1.5</b>	<b>0</b>
<b>Język obcy (obowiązkowy, wymagane 3 ECTS)</b>	Język angielski dla nauk technicznych cz. 2	<b>3</b>				<b>3</b>		<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Praca dyplomowa (obowiązkowo 26 ECTS w tym do wyboru 22)</b>	Praca magisterska	<b>20</b>	<b>20</b>				<b>20</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
	Proseminarium magisterskie (w jęz. angielskim)	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>1</b>	<b>2</b>
	Seminarium magisterskie	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>1</b>	<b>2</b>
	Pracownia magisterska cz. 1 i cz. 2	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Razem wymagane ECTS dla specjalności</b>		<b>Opto- i mikroelektronika</b>	<b>81</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>38</b>	<b>46,5</b>	<b>47</b>
		<b>Cyfrowe systemy automatyki</b>	<b>62</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>35</b>	<b>46</b>	<b>45</b>
		<b>Inżynieria biomedyczo-informatyczna</b>	<b>81</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>46,5</b>	<b>46,5</b>

<b>Udział procentowy</b>	<b>Opto- i mikroelektronika</b>	<b>90%</b>	<b>0%</b>	<b>6,7%</b>	<b>3,3%</b>	<b>42,2%</b>	<b>51,7%</b>	<b>52,2%</b>
	<b>Cyfrowe systemy automatyki</b>	<b>68,9%</b>	<b>21,1%</b>	<b>6,7%</b>	<b>3,3%</b>	<b>38,9%</b>	<b>51,1%</b>	<b>50,0%</b>
	<b>Inżynieria biomedyczo-informatyczna</b>	<b>90%</b>	<b>0%</b>	<b>6,7%</b>	<b>3,3%</b>	<b>63,3%</b>	<b>51,7%</b>	<b>51,7%</b>
<b>Udział dyscypliny wiodącej</b>	<b>Opto- i mikroelektronika</b>	<b>100%</b>						
	<b>Cyfrowe systemy automatyki</b>	<b>78,9%</b>	<b>21,1%</b>					
	<b>Inżynieria biomedyczo-informatyczna</b>	<b>100%</b>						

\* załącznikiem do programu studiów jest opis treści programowych dla przedmiotów

Program studiów obowiązuje od semestru letniego roku akademickiego .....2019/20.....

Program studiów został uchwalony na posiedzeniu Rady Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej w dniu 16 stycznia 2019 r.

.....  
*Podpis Dziekana*