

1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Automatyka

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M9

1. Liczba punktów ECTS: 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M9-01	Student zna i rozumie budowę prostego układu automatycznej regulacji.	MN_u04	4
2MN-M9-02	Student zna podstawy opisu matematycznego podstawowych układów dynamicznych.	MN_w04 MN_w07	5 4
2MN-M9-03	Student potrafi badać właściwości elementów układów automatycznej regulacji.	MN_w04 MN_w07	5 4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>Podstawowe pojęcia i zadania automatyki. Rodzaje i struktury układów sterowania. Modele matematyczne obiektów automatyki. Metody analizy układów dynamicznych. Transmitancja operatorowa i widmowa, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe. Struktura złożonych układów dynamicznych, systemy otwarte i zamknięte, przekształcanie schematów blokowych. Wymagania stawiane układom automatyki. Sterowalność, obserwowalność, stabilność, warunki konieczne i dostateczne stabilności, kryteria stabilności. Rodzaje regulatorów, zasady konstrukcji i nastawy parametrów. Elementy projektowania układów automatyki. Projektowanie liniowych układów regulacji. Układy regulacji nieliniowej: typy nieliniowości, regulacja dwu i trójpołożeniowa, układy automatyki z opóźnieniem. Dyskretne układy sterowania, sterowanie procesami dyskretnymi. Regulacja</p> <p>Opis układów dynamicznych: transformaty całkowe, transmitancja, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu elektrotechniki.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-M9-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M9-01, 2MN-M9-02
2MN-M9-w2	Sprawozdanie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z pisemnego sprawozdania, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium.	2MN-M9-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-M9-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30			2MN-M9-w1, 2MN-M9-w2
2MN-M9-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, wykonywanie projektów.	30			

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Bionanotechnologia

**Kod modułu:** W4-S2MN19-17

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-17-01	Student posiada wiedzę w zakresie budowy i biochemii szlaków metabolicznych żywych komórek zarówno wirusów, procaryota jak i eucaryota, posiada wiedzę na temat organelli komórkowych i ich funkcji w żywych organizmach.	MN_w01 MN_w02	5 4
2MN-17-02	Student potrafi opisać wpływ substancji chemicznych i nanomateriałów na elementy składowe komórek	MN_u01	5
2MN-17-03	Student zna różne rodzaje nanomateriałów funkcjonalnych i potrafi opisać metody ich syntezy metodami chemicznymi jak i fizycznymi	MN_w05	5
2MN-17-04	Student posiada wiedzę i umiejętności w zakresie metod badawczych nanomateriałów funkcjonalnych oraz układów biologicznych i ich hybryd z materiałami wytwarzanych sztucznie	MN_w04	5
2MN-17-05	Student rozumie metodykę i mechanizm syntezy nanostruktur w zależności od docelowego zastosowania, potrafi przeprowadzić pełną procedurę syntezy oraz zweryfikować uzyskane wyniki pod kątem parametrów fizykochemicznych i biologicznych.	MN_w08	4
2MN-17-06	Student potrafi określić parametry fizykochemiczne nanomateriałów oraz przewidzieć ich właściwości fizyczne oraz biologiczne	MN_u07 MN_u11	5 5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Budowa komórek wirusowych, bakteryjnych oraz organizmów wyższych. Organelle komórkowe, działanie substancji chemicznych na komórki.</li> <li>2. Bionanokompozyty, wykorzystanie układów biologicznych w medycynie, diagnostyce i technice medycznej</li> <li>3. Nanomateriały wytwarzane sztucznie – przegląd najważniejszych grup nanostruktur, ich właściwości fizykochemiczne i zastosowania w przemyśle.</li> <li>4. Nanomateriały węglowe – nanostruktury oparte na płaszczyznach grafenowych, metody wytwarzania, modyfikacji chemicznej oraz zastosowania</li> <li>5. Nanowłókna węglowe – metodyki wytwarzania oraz zastosowanie. Nanokompozyty węglowo – polimerowe.</li> <li>6. Nanomateriały metaliczne – metody syntezy i zastosowanie. Wpływ rozmiaru i kształtu na właściwości biologiczne</li> </ol>
-------------	---

	<p>7. Nanotlenki metali i niemetalii, metodyki syntezy, modyfikacji i zastosowanie</p> <p>8. Kompozyty konstrukcyjne, ciekłe kryształy, hybrydy nanostruktur, nanotechnologie półprzewodnikowe, nanoelektronika</p> <p>9. Metody weryfikacji właściwości nanostruktur. Analiza instrumentalna nanostruktur i ich kompozytów z układami polimerowymi</p> <p>10. Nanotechnologia i jej wpływ na cywilizację.</p> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów ze metodami chemicznymi wytwarzania nanomateriałów metalicznych, kompozytów nanotlenków z nanometalami, syntezy kropek kwantowych, kompozytów polimerowo – metalicznych, kompozytów nanorurek węglowych z metalami oraz z polimerami. Student zapoznaje się ponadto z metodami weryfikacji i analiza instrumentalną dla nanomateriałów. Student na podstawie wiedzy uzyskanej na wykładzie oraz samodzielnej pracy laboratoryjnej będzie w stanie wytworzyć nanoukład o zadanych parametrach aktywności mikrobiologicznej wobec <i>Pseudomonas aeruginosa</i> oraz <i>Aspergillus niger</i>.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	<p>Podstawowa wiedza z zakresu biologii komórki oraz szlaków metabolicznych.</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej i fizyki.</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii.</p>

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-17-w1	egzamin	ustny z zakresu materiału prezentowanego na wykładach, praca zaliczeniowa z tematyki wykładów, skala ocen 2- 5	2MN-17-01, 2MN-17-02, 2MN-17-03, 2MN-17-04
2MN-17-w2	sprawdzenie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen z pracy zaliczeniowej, egzaminu, sprawozdania, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium	2MN-17-05, 2MN-17-06

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-17-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30	synteza nanomateriałów metodami chemicznymi, wytwarzanie hybryd nanoukładów metalicznych oraz węglowych w zależności od docelowego zastosowania; analiza instrumentalna wykonanych na w laboratorium nanostruktur oraz opracowanie wyników pomiarów; pisemny raport zawierający wstęp teoretyczny, opis metod badawczych oraz opracowanie wyników dla badanych nanomateriałów .	15	
2MN-17-z2	laboratorium		30		15	

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Detektory promieniowania - projekt

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M12B

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M12-01	Posiada wiedzę w zakresie rodzajów i budowy detektorów promieniowania jądrowego	MN_u01 MN_u08 MN_w01	5 5 5
2MN-M12-02	Potrafi wyjaśnić zasady działania sensorów w oparciu o zjawiska fizyczne	MN_u01 MN_u02	5 5
2MN-M12-03	Zna możliwe aplikacje różnego rodzaju czujników w układach kontrolno-pomiarowych	MN_u04	4
2Mn-M12-04	Potrafi zastosować pozyskaną wiedzę w projektowaniu układów pomiarowych.	MN_w07 MN_w08	5 5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Elementy fizyki jądrowej - budowa atomu, rozpady promieniotwórcze, energia jądrowa.</li> <li>2) Podstawy Ochrony Radiologicznej - oddziaływanie cząstek z materią, dawki, osłony przed promieniowaniem.</li> <li>3) Detektory cząstek naładowanych oparte na technice scyntylicyjnej i półprzewodnikowej.</li> <li>4) Fotosensory stosowane w detekcji cząstek.</li> <li>5) Detekcja cząstek neutralnych: kwantów gamma i neutronów.</li> <li>6) Podstawy działania akceleratorów cząstek na przykładzie cyklotronu i synchrotronu.</li> <li>7) Neutrony, pozytony i miony jako narzędzia do badania materiałów - krótkie wprowadzenie do tematyki.</li> </ol> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z różnymi rodzajami detektorów i wybranymi technikami badawczymi</p>

<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowe wiadomości z zakresu fizyki.
--------------------------	---

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M12-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M12-01, 2MN-M12-02, 2MN-M12-03, 2Mn-M12-04
2MN-M12-w2	Sprawozdanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M12-01, 2MN-M12-02, 2MN-M12-03, 2Mn-M12-04

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-M12-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15			2MN-M12-w1
2MN-M12-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, analiza wyników, pisanie sprawozdań.	15			2MN-M12-w2

1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Elektronika stosowana

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M2

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M2-01	Posiada wiedzę w zakresie elektroniki stosowanej.	MN_u04 MN_w06	5 5
2MN-M2-02	Posiada wiedzę w zakresie współdziałania układów analogowych i cyfrowych.	MN_u04 MN_w06	5 5
2MN-M2-03	Potrafi zastosować pozyskaną wiedzę w praktyce.	MN_k09	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładu prezentowane będą następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawy elektroniki, podstawowe prawa.</li> <li>2. Budowa i działanie przyrządów półprzewodnikowych.</li> <li>3. Podstawowe układy funkcjonalne analogowego przetwarzania sygnałów.</li> <li>4. Układy cyfrowe i przetworniki ADC i DAC.</li> <li>5. Przykłady zastosowania układów elektronicznych w technikach kontrolno-pomiarowych.</li> </ol> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych odbywać będą się ćwiczenia wykonywane przez studentów polegające na praktycznej syntezie prostych układów elektronicznych</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy z zakresu elektryczności i elektrotechniki.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-M2-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M2-01, 2MN-M2-02
2MN-M2-w2	Sprawdzanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M2-01, 2MN-M2-02, 2MN-M2-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-M2-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30			2MN-M2-w1
2MN-M2-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, analiza wyników, pisanie sprawozdań	30			2MN-M2-w2



1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Fizyczne podstawy mikrotechnologii

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M3

1. Liczba punktów ECTS: 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M3-01	Posiada wiedzę w zakresie fizycznych podstaw mikrotechnologii	MN_u01	5
		MN_u02	3
		MN_w01	5
2MN-M3-02	Zna podstawowe metody wytwarzania mikroukładów.	MN_u01	5
		MN_u06	3
2MN-M3-03	Posiada wiedzę w zakresie budowy i zastosowań mikroukładów typu MEMS.	MN_u02	5
		MN_u06	5

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efekty rozmiarowe właściwości fizycznych fazy skondensowanej.</li> <li>2. Materiały w mikrotechnologii – właściwości, zastosowania.</li> <li>3. Metody wytwarzania mikroukładów (litografia optyczna, elektronowa, jonowa).</li> <li>4. Fizyczne i chemiczne metody osadzania materiałów z fazy gazowej.</li> <li>5. Osadzanie materiałów z wiązek molekularnych.</li> <li>6. Laserowe i plazmowe metody wytwarzania mikroukładów.</li> <li>7. Układy mikroelektromechaniczne MEMS.</li> <li>8. Mikroukłady elektroniczne.</li> <li>9. Zastosowania mikroukładów we współczesnej technice.</li> <li>10. Techniki wspomagające mikrotechnologię.</li> </ol>
-------------	--

	<p>W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z różnymi technikami wytwarzania i charakteryzacji mikroukładów. W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efekty rozmiarowe właściwości fizycznych fazy skondensowanej.</li> <li>2. Materiały w mikrotechnologii – właściwości, zastosowania.</li> <li>3. Metody wytwarzania mikroukładów (litografia optyczna, elektronowa, jonowa).</li> <li>4. Fizyczne i chemiczne metody osadzania materiałów z fazy gazowej.</li> <li>5. Osadzanie materiałów z wiązek molekularnych.</li> <li>6. Laserowe i plazmowe metody wytwarzania mikroukładów.</li> <li>7. Układy mikroelektromechaniczne MEMS.</li> <li>8. Mikroukłady elektroniczne.</li> <li>9. Zastosowania mikroukładów we współczesnej technice.</li> <li>10. Techniki wspomagające mikrotechnologię.</li> </ol> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z różnymi technikami wytwarzania i charakteryzacji mikroukładów.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy z zakresu elektryczności i elektrotechniki.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M3-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M3-01, 2MN-M3-02, 2MN-M3-03
2MN-M3-w2	Sprawozdanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M3-01, 2MN-M3-02, 2MN-M3-03

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-M3-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30			2MN-M3-w1, 2MN-M3-w2
2MN-M3-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, analiza wyników, pisanie sprawozdań.	30			

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Fizyka fazy skondensowanej

**Kod modułu:** W4-S2MN19-01

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-01-01	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki fazy skondensowanej	MN_w02	5
2MN-01-02	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w metalach, półprzewodnikach i izolatorach w ramach wybranych modeli teoretycznych	MN_w05	5
2MN-01-03	umie wyjaśnić działanie elementów aparatury stosowanej w technice, rozumie podstawy działania najnowszych przyrządów i technik eksperymentalnych	MN_u04	3
		MN_w08	3
2MN-01-04	potrafi opisać mikro- i makroskopowe właściwości fizyczne ciał stałych za pomocą wybranych modeli teoretycznych	MN_u01	4
		MN_u02	4
		MN_u03	4
2MN-01-05	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	MN_u02	5
2MN-01-06	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów nanotechnologii oraz pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	MN_u01	5
2MN-01-07	potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania; potrafi w zrozumiały sposób przedstawić problem/punkt widzenia zarówno specjaliście jak i laikowi	MN_k01	5
		MN_k07	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Na wykładzie student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Opis własności fizycznych związków amorficznych</li> <li>•Własności optyczne metali, półprzewodników i izolatorów – funkcja dielektryczna; własności optyczne plazmy w ciele stałym; plazmony; absorpcja i odbicie fali elektromagnetycznej; efekt naskórkowy; własności fotoelektryczne półprzewodników i ich zastosowanie</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Własności magnetyczne materii: bardziej zaawansowany opis teoretyczny diamagnetyzmu, paramagnetyzmu, ferro- i antyferromagnetyków; przykłady wyników badań doświadczalnych; magnetyczny rezonans jądrowy (NMR); elektronowy rezonans spinowy (ESR); gigantyczny magnetoopór (GMR).</li> <li>•Efekty kwantowe w fizyce ciała stałego : kwantowy efekt Halla, efekt Szubnikowa - de Haasa</li> <li>•Nadprzewodnictwo</li> </ul> <p>Celem nauczania jest zapoznanie studentów z bardziej zaawansowanymi sposobami opisu własności fizycznych ciał stałych, poznanie zależności między własnościami elektrycznymi a magnetycznymi i optycznymi, a także zaznajomienie studentów ze zjawiskami odkrytymi i zastosowanymi w ostatnich latach.</p> <p>Na zajęciach konwersatoryjnych student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•poznane na wykładach zagadnienia i modele fizyki ciała stałego stosuje do rozwiązywania zadań rachunkowych i problemów teoretycznych; poznaje ograniczenia stosowanych modeli teoretycznych;</li> <li>•uczestniczy w wyprowadzeniu i przedyskutowaniu niektórych wzorów i przykładów z wykładów;</li> <li>•uczy się przedstawiać problemy fizyki ciała stałego w sposób zrozumiały;</li> </ul> <p>W ramach pracy własnej student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy;</li> <li>•doskonalą umiejętności matematyczne niezbędne do rozwiązywania zadań i problemów z fizyki ciała stałego;</li> <li>•podejmuje próby rozwiązania zadań zaproponowanych przez prowadzącego konwersatorium;</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-01-w01	aktywność na zajęciach	rozwiązywanie zadania - odpowiedź ustna; udział w dyskusji; skala ocen 2-5; ocena końcowa równa średniej ocen częściowych	2MN-01-01, 2MN-01-02, 2MN-01-03, 2MN-01-04, 2MN-01-06, 2MN-01-07
2MN-01-w02	kolokwium	termin kolokwium podany do wiadomości studentów dwa tygodnie wcześniej; zadania podobnego typu do zadań rozwiązywanych na konwersatorium; skala ocen 2-5;	2MN-01-01, 2MN-01-02, 2MN-01-04, 2MN-01-05
2MN-01-w03	egzamin ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2MN-01-01, 2MN-01-02, 2MN-01-03, 2MN-01-04, 2MN-01-06

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-01-z1	wykład	wykład wybranych zagadnień z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	30	praca z podręcznikiem; lektura uzupełniająca	30	2MN-01-w03
2MN-01-z2	konwersatorium	rozwiązywanie zadań rachunkowych na tablicy: analiza, wybór metody, przeprowadzenie obliczeń i dyskusja wyników; wyprowadzenie niektórych wzorów i	30	przyswojenie wiedzy z wykładów; praca z podręcznikiem i zbiorami zadań	30	2MN-01-w01, 2MN-01-w02

		omówienie wybranych przykładów zasygnalizowanych na wykładach; dyskusja stosowanych modeli teoretycznych; możliwość wykorzystania komputerów				
--	--	---	--	--	--	--

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Fizykochemia powierzchni

**Kod modułu:** W4-S2MN19-12A

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-12-01	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizykochemii powierzchni	MN_u02 MN_u03 MN_w05	3 5 4
2MN-12-02	potrafi zastosować prawa termodynamiki do opisu zjawisk powierzchniowych	MN_u02 MN_u03 MN_w05	5 5 5
2MN-12-03	rozumie znaczenie zjawisk powierzchniowych i ich wpływu na właściwości materiałów	MN_u01 MN_u03 MN_w01	5 5 5
2MN-12-04	ma wiedzę z zakresu metod ekperymentalnych badań układów powierzchniowych	MN_u05 MN_u06 MN_u07	5 5 5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Moduł zawiera następujące zagadnienia: 1. Pojęcie powierzchni, podstawowe definicje. 2. Powierzchnie idealne i rzeczywiste, struktura powierzchni ciała stałego.

	3. Fizyczny opis zjawisk zachodzących na powierzchni ciała stałego 4. Termodynamika kryształu i powierzchni. 5. Oddziaływanie gazów i cieczy z powierzchnią ciała stałego. 6. Układy warstwowe. 7. Wpływ zjawisk powierzchniowych na właściwości materiałów. 8. Metody eksperymentalne badania powierzchni.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki i chemii.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-12-w1	sprawdzanie	Przygotowanie sprawozdań z przebiegu ćwiczenia wykonanego w pracowni badań powierzchni	2MN-12-01, 2MN-12-02, 2MN-12-03, 2MN-12-04

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-12-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych.	15	Pogłębianie wiedzy i praca z podręcznikiem.	20	
2MN-12-z2	laboratorium	Zajęcia w formie ćwiczeń laboratoryjnych do samodzielnego wykonania przez studentów.	15	Wykonanie ćwiczeń, opracowanie wyników, pisanie sprawozdań.	20	2MN-12-w1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Grafika komputerowa

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M7

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-07-03	Rozumie konieczność systematycznej pracy nad projektami długofalowymi, zaplanowania kolejnych etapów działań i realizacji przyjętego harmonogramu.	MN_k02	4
2MN-M7-01	Posiada wiedzę w zakresie modelowania 3D, procesu renderowania obrazu oraz grafiki komputerowej.	MN_w02	5
2MN-M7-02	Potrafi obsłużyć wybrane programy graficzne oraz wykorzystać ich narzędzia i wiedzę w zakresie grafiki komputerowej do przygotowania i obróbki plików graficznych oraz modeli trójwymiarowych.	MN_u13	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładu prezentowane będą następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawy grafiki rastrowej i wektorowej: typy plików, palety kolorów, podstawowe transformacje.</li> <li>2. Oprogramowanie do tworzenia grafiki komputerowej oraz dostępne w nich narzędzia.</li> <li>3. Konstrukcja obiektów trójwymiarowych, renderowanie obrazu, stosowane techniki i pojęcia.</li> <li>4. Modelowanie 3D z wykorzystaniem dostępnych narzędzi.</li> </ol> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych odbywać będą się ćwiczenia wykonywane przez studentów z wykorzystaniem programów do grafiki komputerowej.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M7-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M7-01, 2MN-M7-02
2MN-M7-w2	Sprawozdanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	



			2MN-07-03, 2MN-M7-01, 2MN-M7-02
--	--	--	------------------------------------

**5. Rodzaje prowadzonych zajęć**

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-M7-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15			2MN-M7-w1
2MN-M7-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, wykonywanie projektów modeli 3D.	30			2MN-M7-w2

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Materiałoznawstwo i budowa materii

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M10

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-M10-01	Posiada wiedzę w zakresie budowy materii	MN_u02	5
		MN_w02	5
2MN-M10-02	Posiada wiedzę w zakresie materiałoznawstwa	MN_u03	5
		MN_w02	5
2MN-M10-03	Potrafi wybrać odpowiednią klasę materiałów do konkretnych zastosowań.	MN_u03	5
		MN_u12	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	W ramach wykładu prezentowane będą następujące zagadnienia: 1. Układ okresowy pierwiastków. 2. Klasyfikacja stanu materii. 3. Oddziaływania atomowe i pojęcie fazy materii skondensowanej. 4. Właściwości mechaniczne, cieplne, elektryczne i magnetyczne ciał stałych. 5. Zjawiska objętościowe i powierzchniowe półprzewodników. 6. Materiałoznawstwo i klasy zastosowań wybranych materiałów w mikrotechnologii.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy z zakresu fizyki.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M10-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M10-01, 2MN-M10-02, 2MN-M10-03
2MN-M10-w2	Sprawozdanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M10-01, 2MN-M10-02, 2MN-M10-03

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-M10-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30			2MN-M10-w1

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Materiały kompozytowe

**Kod modułu:** W4-S2MN19-11B

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-11-01	Rozumie znaczenie nanotechnologii i jej zastosowań dla rozwoju nowoczesnego przemysłu.	MN_u01 MN_u03 MN_w01	5 5 5
2MN-11-02	Ma dogłębną wiedzę w dziedzinie otrzymywania, struktury i unikalnych właściwości fizyko-chemicznych nanomateriałów węglowych oraz ich zastosowań.	MN_u02 MN_w01	5 5
2MN-11-03	Ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju technologii wytwarzania nanomateriałów węglowych, modelowaniu komputerowym ich struktury oraz o obecnemu stanowi wiedzy w tej dziedzinie.	MN_k01 MN_u03	5 5
2MN-11-04	Zna metody dyfrakcyjne, mikroskopowe i spektroskopowe stosowane do badań nanomateriałów węglowych.	MN_u11 MN_w04 MN_w09	5 5 5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiały kompozytowe a nanokompozyty</li> <li>2. Podział i rodzaje nanokompozytów (w tym między innymi nanocząstki tlenków metali przejściowych, cienkie warstwy materiałów nieorganicznych, nanokompozyty polimerowe oraz materiały tworzące samoorganizujące się nanostruktury)</li> <li>3. Techniki wytwarzania nanokompozytów</li> <li>4. Metody charakteryzacji własności nanokompozytów</li> <li>5. Zastosowania nanokompozytów (między innymi w mikromechanice, budownictwie, przemyśle spożywczym, medycynie, ochronie środowiska).</li> </ol>
-------------	---

<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego.
--------------------------	---

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-11-w1	egzamin	Egzamin pisemny	2MN-11-01, 2MN-11-02, 2MN-11-03, 2MN-11-04

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-11-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15	lektura uzupełniająca	10	
2MN-11-z2	laboratorium	samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, opracowanie i analiza wyników, pisanie sprawozdań.	15		10	

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Metody badań nanomateriałów funkcjonalnych - projekt zespołowy

**Kod modułu:** W4-S2MN19-07A

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-07-01	Student posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk fizycznych, własności fizykochemicznych nanomateriałów oraz zna różne metody ich wytwarzania, charakteryzacji i zastosowania	MN_w01 MN_w02 MN_w04 MN_w05 MN_w08	5 3 4 5 3
2MN-07-02	Student posiada wiedzę w zakresie nowoczesnych nanomateriałów funkcjonalnych, potrafi je sklasyfikować i opisać	MN_w01 MN_w03 MN_w11	5 3 3
2MN-07-03	Student potrafi w sposób zrozumiały wyjaśnić na gruncie fizyki procesy zachodzące w przyrodzie oraz metody stosowane w nanotechnologii	MN_u01	5
2MN-07-04	Student potrafi prowadzić dyskusję dotyczącą procesów fizycznych, rozwiązań technicznych i zagadnień interdyscyplinarnych z przedstawicielami różnych nauk pokrewnych	MN_u03	5
2MN-07-05	potrafi planować i przeprowadzić różnego typu pomiary i eksperymenty fizyczne z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń kontrolno-pomiarowych i samodzielnie przygotowanego oprogramowania	MN_u05	5
2MN-07-06	potrafi wybrać właściwą metodę dla rozwiązania konkretnego problemu inżynierskiego, określić jej ograniczenia, opracować dokumentację do realizacji zadania i zaprojektować zestaw testów uzyskanego wyniku	MN_u06	5
2MN-07-07	Student posiada umiejętność samokształcenia, pozyskiwania informacji z literatury, baz danych i innych źródeł	MN_u09	5
2MN-07-08	potrafi pracować indywidualnie i w zespole interdyscyplinarnym, planować sposób rozwiązania problemu i podział zadań w ramach zespołu, oszacować czas na realizację określonego zadania	MN_u12	5

2MN-07-09	Student rozumie potrzebę dalszego kształcenia oraz potrafi inspirować dyskusje dotyczące problemów fizyki i techniki, zarówno w gronie specjalistów, jak i laików oraz rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi z dziedziny fizyki i nauk inżynierskich	MN_k01 MN_k04	5 5
2MN-07-10	rozumie konieczność systematycznej pracy nad projektami długofalowymi, zaplanowania kolejnych etapów działań i realizacji przyjętego harmonogramu	MN_k02	5
2MN-07-11	umie pracować w grupie przyjmując w niej różne role, w tym zespołach interdyscyplinarnych; potrafi określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	MN_k03	5
2MN-07-12	potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu, potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	MN_k07	5
2MN-07-13	Student rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy	MN_k09	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>Moduł stanowi rozszerzenie modułu „Materiały funkcjonalne II” jednakże ma zaprezentować praktyczne podejście do kwestii użycia nanomateriałów w zastosowaniach przemysłowych.</p> <p>Szeroka gama zastosowań nanomateriałów i nanokompozytów pozwala zastosować je w wielu gałęziach przemysłu; od przemysłu spożywczego, rolniczego, energetycznego, konsumpcyjnego, chemicznego, budowlanego, elektronicznego, energetyczny, transportowego, komunikacyjnego, wojskowego, medycznego czy tego związanego z ochroną środowiska. Na podstawie wybranych przykładów omówione/przedyskutowane zostaną zagadnienia związane z realnymi aspektami zastosowań nanomateriałów. Do wybranych przykładów należą między innymi różnego rodzaju sensory (magnetyczne, bio, optyczne), powłoki (ochronne, o określonej funkcjonalności w tym do zastosowań biomedycznych), komórki fotowoltaiczne, mikroukłady elektromechaniczne, pamięci MRAM.</p> <p>Dodatkowo omówione zostaną kwestie związane z produkcją danego obiektu technicznego obejmujące zarówno projektowanie, standaryzację, wytwarzanie, użytkowanie, kontrolowanie, utylizację jak i prawne aspekty związane z wdrażaniem danego produktu.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki ciała stałego, chemii, nanotechnologii, metod charakteryzacji materiałów.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-07-w1	sprawdzanie	Ocena końcowa modułu uwzględnia średnią ocen uzyskanych w trakcie zajęć (prezentacja proponowanego projektu, realizacja projektu, sprawozdanie zrealizowanego projektu), skala ocen 2- 5:	2MN-07-01, 2MN-07-02, 2MN-07-03, 2MN-07-04, 2MN-07-05, 2MN-07-06, 2MN-07-07, 2MN-07-08, 2MN-07-09, 2MN-07-10, 2MN-07-11, 2MN-07-12, 2MN-07-13

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-07-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i	15	w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą student dąży do	20	2MN-07-w1

		pogłębianie wiedzy.		utrwalenia pozyskanej wiedzy i zdobywania nowej.		
2MN-07-z2	laboratorium	Zajęcia laboratoryjne obejmują poznanie wybranych technik charakteryzacji i wytwarzania nanostruktur wykorzystywanych w przemyśle. Dodatkowo w ramach zajęć planuje się wizyty studyjne w firmach o profilu nanotechnologicznym.	30			2MN-07-w1



1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Metody dyfrakcyjne w badaniach strukturalnych

**Kod modułu:** W4-S2MN19-09

1. Liczba punktów ECTS: 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-09-01	Poznał podstawowe zjawiska dotyczące oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z materi	MN_w05	5
2MN-09-02	Poznał budowę krystaliczną ciał stałych; operacje symetrii, sieć odwrotna	MN_w05	5
2MN-09-03	Rozumie zjawisko rozpraszania i wzmocnienia promieni rentgenowskich na sieci krystalicznej	MN_w05	5
2MN-09-04	Umie wykorzystać poznane techniki badawcze do określenia struktury krystalicznej	MN_u05	5
2MN-09-05	Opanował metody obliczania struktur krystalicznych	MN_u02	5

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>Wykład</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Promieniowanie elektromagnetyczne: podstawowe własności i otrzymywanie.</li> <li>Oddziaływanie promieniowania niejonizującego z materią (w zakresie fal radiowych, podczerwieni, widzialnych i ultrafioletu)</li> <li>Promieniowanie jonizujące (rentgenowskie i gamma) – własności w oddziaływaniu z materią</li> <li>Szczególna rola promieniowania X w badaniach materii w stanie krystalicznym. Oddziaływanie promieni X z materią: zjawisko fotoelektryczne, Comptona, anihilacji, rozpraszanie Rayleigha.</li> <li>Absorpcja promieni X przez materię. Fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska.</li> <li>Geometryczne warunki rozpraszania promieni rentgenowskich na kryształ: teoria Laue'go, konstrukcja Ewalda, równanie Bragga. Elastyczne rozpraszanie promieni X przez elektron, atom, komórkę elementarną i przez kryształ. Natężenie wiązki dyfrakcyjnej.</li> <li>Eksperymentalne metody wyznaczenia struktury kryształów (metody proszkowe, dyfrakcja na monokryształach)</li> <li>Metody określenia struktury kryształów: analiza Fouriera, synteza Pattersona i metody bezpośrednie, udokładnianie struktury.</li> <li>Metoda Rietvelda określenia parametrów struktury z metod proszkowych.</li> </ol>
-------------	--

	Laboratorium 1. Poznanie pracy na dyfraktostrze proszkowym – określenie podstawowych parametrów struktury 2. Praca na dyfraktostrze monokrystalicznym – poznanie procedur określania struktur próbek monokrystalicznych 3. Poznanie metody określenia składu próbek techniką fluorescencji rentgenowskiej 4. Poznanie podstawowych programów krystalograficznych  Przedmiot obowiązkowy dla specjalności Nowoczesne materiały i techniki pomiarowe; wykład zakończony egzaminem
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy fizyki.

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-09-w1	sprawdzanie	Przygotowanie sprawozdań z przebiegu ćwiczenia wykonanego w pracowni rentgenowskiej	2MN-09-01, 2MN-09-02, 2MN-09-03, 2MN-09-04, 2MN-09-05

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-09-z1	wykład	Wykład prowadzony z wykorzystaniem środków audiowizualnych	10	Praca: to studiowanie notatek z wykładu, uzupełnienie literaturą podaną przez wykładowcę.	20	
2MN-09-z2	laboratorium	Wykonywanie ćwiczeń w laboratorium rentgenowskim na najnowocześniejszej aparaturze badawczej.	10	Opracowanie wyników pomiarowych, przygotowanie sprawozdania	20	2MN-09-w1

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Metody numeryczne

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M1

1. Liczba punktów ECTS: 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M1-01	Potrafi zastosować wybrane metody numeryczne.	MN_w03	5
2MN-M1-02	Wie, na co zwracać uwagę podczas dobierania algorytmu do rozwiązania konkretnego zadania.	MN_w07	5
2MN-M1-03	Zna wybrane biblioteki procedur numerycznych i środowiska do przeprowadzania obliczeń numerycznych dla typowych zadań.	MN_u10 MN_w07	5 5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Zajęcia zawierają praktyczny przegląd podstawowych metod numerycznych takich jak: <ul style="list-style-type: none"> <li>- elementy numerycznej algebry liniowej,</li> <li>- interpolacja i aproksymacja,</li> <li>- dyskretyzacja operatorów różniczkowych,</li> <li>- całkowanie numeryczne, kwadratury,</li> <li>- numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych,</li> <li>- elementy rozwiązywania równań stochastycznych,</li> <li>- elementy algorytmów w zagadnieniach brzegowych.</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy matematyki i programowania.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-M1-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M1-01, 2MN-M1-02,

			2MN-M1-03
2MN-M1-w2	sprawdzania	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M1-01, 2MN-M1-02, 2MN-M1-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-M1-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15	Pogłębianie wiedzy.	15	2MN-M1-w1
2MN-M1-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń.	30			2MN-M1-w2

1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Metody spektroskopowe w nanotechnologii

**Kod modułu:** W4-S2MN19-10

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-10-01	Student posiada podstawową i pogłębioną wiedzę w zakresie struktury ciał stałych, nieorganicznych organicznych i nanomateriałów, oraz metod ich analizy.	MN_w01	4
		MN_w02	3
		MN_w03	5
		MN_w04	5
		MN_w05	3
2MN-10-02	Student posiada wiedzę w zakresie fizycznych i chemicznych metod doświadczalnych wykorzystywanych w charakteryzacji nanomateriałów	MN_w04	5
2MN-10-03	Student umie rozpoznać elementy struktury materiałów oraz dokonać ich klasyfikacji.	MN_u01	4
		MN_u02	4
		MN_u03	5
2MN-10-04	Student zna i rozumie podstawy teoretyczne różnych metod analitycznych i ich wykorzystanie w interpretacji wyników pomiarowych związanych z badaniami nanomateriałów	MN_u01	4
		MN_u03	4
		MN_w04	5
		MN_w08	5
2MN-10-05	Student umie opisać i dokonać wyboru odpowiednich technik charakteryzacji nanomateriałów. Student potrafi określić i zinterpretować podstawowe parametry nanomateriałów na podstawie wykonanych pomiarów oraz wyciąga poprawne wnioski z przeprowadzonych ćwiczeń eksperymentalnych i poprawnie opisuje wyniki.	MN_u01	5
		MN_u02	4
		MN_u03	5
		MN_u05	5
		MN_u05	5

		MN_u07	5
		MN_u11	5

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>W ramach modułu omawiane są spektroskopowe metody badawcze, które znajdują zastosowanie w badaniu nowych materiałów i procesów w skali nano. Na zajęciach zostaną omówione wybrane problemy badawcze, oraz typowe wyzwania spotykane w badaniach fizyki nano-materiałów, i nanokompozytów.</p> <p>Różne techniki spektroskopowe zostaną sklasyfikowane według: rodzaju promieniowania jaki ma być wykorzystywany w pomiarach (spektroskopia elektromagnetyczna, elektronowa, mechaniczna, masowa) lub stosowanej procedury pomiarowej (spektroskopia absorpcyjna, emisyjna, rozpraszająca). Omówione zostaną podstawy teoretyczne, budowa aparatury pomiarowej i metody interpretacji wyników następujących technik spektroskopowych: Spektroskopia w podczerwieni (IR), Spektroskopia UV-VIS, Dichroizm kołowy, Spektroskopia ramanowska, Spektroskopia dielektryczna, Spektroskopia fotoelektronów wzbudzanych promieniowaniem rentgenowskim (XPS), Spektroskopia fotoelektronów wzbudzanych promieniowaniem ultrafioletowym (UPS), Spektroskopia elektronów Augerowskich (AES), Spektroskopia masowa jonów wtórnych z analizatorem czasu przelotu (TOF-SIMS), Spektrometria masowa MALDI-TOF, Spektroskopie magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), Spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR)</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	<p>Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki i chemii.</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego.</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii.</p>

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-10-w1	egzamin	egzamin – ustny z zakresu materiału prezentowanego na wykładach, skala ocen 2- 5 Do oceny końcowej modułu wlicza się średnią ocen uzyskanych z: egzaminu i sprawdzania	2MN-10-01, 2MN-10-02, 2MN-10-03, 2MN-10-04, 2MN-10-05
2MN-10-w2	sprawdzanie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z pisemnego sprawozdania, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium Do oceny końcowej modułu wlicza się średnią ocen uzyskanych z: egzaminu i sprawdzania	2MN-10-01, 2MN-10-02, 2MN-10-03, 2MN-10-04, 2MN-10-05

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-10-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	10	w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą student dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy.	10	2MN-10-w1
2MN-10-z2	laboratorium	tematyka badań laboratoryjnych ściśle związana jest z zagadnieniami poruszonymi na wykładach. Student, po wcześniejszym przygotowaniu się do zajęć na bazie zalecanej literatury, wykonuje zadania pod	20	w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą student dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy.	10	2MN-10-w2

		kierunkiem prowadzącego. Następnie student analizuje i opracowuje wyniki pomiarów oraz przygotowuje pisemny raport zawierający wstęp teoretyczny, opis metod badawczych oraz opracowanie wyników pomiarów wraz z oszacowaniem odpowiednich wielkości dla badanych nanomateriałów.				
--	--	---	--	--	--	--

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Metody syntezy nanomateriałów i nanokompozytów

**Kod modułu:** W4-S2MN19-06

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-06-01	Student posiada podstawową i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki i chemii nanomateriałów i ich zastosowania w przemyśle. Student zna podstawowe pojęcia z zakresu struktury ciał stałych, nieorganicznych organicznych i nanomateriałów, ich syntezy oraz metod ich analizy.	MN_w01	5
		MN_w02	4
		MN_w03	4
		MN_w04	4
		MN_w05	4
2MN-06-02	Student umie rozpoznać elementy struktury materiałów oraz dokonać ich klasyfikacji.	MN_u01	5
		MN_u02	4
		MN_u03	4
2MN-06-03	Student umie zorganizować i przeprowadzić eksperymenty w procesie projektowania zagadnień inżynierskich dotyczących syntezy nanomateriałów i nanokompozytów. Student umie opisać i dokonać wyboru odpowiednich technik otrzymywania nanomateriałów i ich separacji. Student potrafi określić i zinterpretować podstawowe parametry nanomateriałów na podstawie wykonanych pomiarów oraz wyciąga poprawne wnioski z przeprowadzonych ćwiczeń eksperymentalnych i poprawnie opisuje wyniki.	MN_u01	5
		MN_u02	4
		MN_u03	4
		MN_u05	3
		MN_u07	5
		MN_u11	5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	W ramach wykładu przedstawione zostaną następujące zagadnienia: Klasyfikacja nanomateriałów inżynierskich i funkcjonalnych.
-------------	--



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metale, ceramiki, polimery, kompozyty</li> <li>- Nanometale, nanoproszki i nanospiekiceramiczne, nanokompozyty, nanowarstwy powierzchniowe, nanowłókna, nanostruktury węglowe</li> </ul> <p>2. Metody wytwarzania uwzględniający metody fizyczne, chemiczne i biologiczne wytwarzania nanomateriałów z uwzględnieniem podziału na techniki typu „top-down” oraz „bottom-up”. Omawiane metody wytwarzania nanomateriałów i nanokompozytów:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- litografia, fotolitografia, litografia miękka, litografia wiązka elektronowa, litografia wiązką rentgenowską</li> <li>- trawienie jonowe w tym skupiona wiązka jonów (Focused Ion Beam)</li> <li>- mielenie wysokoenergetyczne (High Energy Milling HEM)</li> <li>- metody odkształcenia plastycznego (Severe plastic deformation SPD)</li> <li>- wytwarzanie warstw metodami chemicznymi z gazowego lub cieczowego prekursora (Chemical Vapor Deposition w tym Chemical solution deposition (CSD), Chemical bath deposition (CBD), sol-gel, Spin coating, Chemical vapor deposition (CVD), MOCVD, Plasma enhanced CVD (PECVD), Atomic layer deposition (ALD)</li> <li>- wytwarzanie warstw metodami fizycznymi (w tym Molecular beam epitaxy (MBE), Sputtering, Pulsed laser deposition (PLD), Cathodic arc deposition (arc-PVD), Electrohydrodynamic deposition)</li> <li>- metody koloidalne wytwarzania naocząstek</li> <li>- metoda mikroemulsji olejowych, synteza hydrotermalna, metoda polyol wytwarzania naocząstek</li> </ul> <p>3. Procesy i zjawiska zachodzące w trakcie formowania się określonych nanomateriałów czy nanokompozytów w tym między innymi: termiczna akomodacja, związanie z podłożem, dyfuzja powierzchniowa, zarodkowanie nowej fazy, aglomeracja, zjawiska zachodzące na powierzchni, ścieżki reakcji chemicznych.</p> <p>3. W ramach wykorzystanych w trakcie zajęć laboratoryjnych technik omawiane będą również zagadnienia związane z środowiskiem pracy i jego wpływem na uzyskane struktury a także te związane z aparaturą pozwalającą na syntezę danego nanomateriału czy nanokompozytu.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki i chemii. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego. Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-06-w1	egzamin ustny	Egzamin ustny z zakresu materiału prezentowanego na wykładach, skala ocen 2- 5:	2MN-06-01, 2MN-06-02
2MN-06-w2	sprawdzanie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z pisemnego sprawozdania z ćwiczenia przeprowadzanego w trakcie laboratorium, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium	2MN-06-01, 2MN-06-02, 2MN-06-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-06-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30	w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą student dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy.	30	2MN-06-w1
2MN-06-z2	laboratorium	tematyka badań laboratoryjnych ściśle związana jest z zagadnieniami poruszonymi na wykładach. Student, po wcześniejszym przygotowaniu się do zajęć na bazie	30	utrwalanie pozyskanej wiedzy	30	2MN-06-w2

		<p>zalecanej literatury, wykonuje zadania pod kierunkiem prowadzącego. Następnie student z wykorzystaniem danej techniki wytwarza określony tym nanomateriału lub nanokompozytu, analizuje sposób przeprowadzania eksperymentu, w przypadku wykonania dodatkowych pomiarów pozwalających wstępnie scharakteryzować dany typ materiału i opracowuje wyniki pomiarów oraz przygotowuje pisemny raport zawierający wstęp teoretyczny, opis zastosowanych metod badawczych oraz opracowanie wyników pomiarów wraz z oszacowaniem odpowiednich wielkości dla wytworzonych nanomateriałów.</p>				
--	--	--	--	--	--	--

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Metody sztucznej inteligencji i uczenie maszynowe

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M8

1. Liczba punktów ECTS: 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M8-01	student posiada gruntowną wiedzę z zakresu sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego	MN_k01 MN_k07 MN_u10 MN_w07 MN_w11	5 5 5 5 5
2MN-M8-02	student potrafi samodzielnie zdefiniować problem i rozwiązać go za pomocą metod uczenia maszynowego	MN_k01 MN_k02 MN_w07 MN_w11	5 5 5 5
2MN-M8-03	student potrafi wykorzystywać istniejące biblioteki i metody numeryczne do rozwiązywania problemów związanych z uczeniem maszynowym	MN_k09 MN_u03 MN_w07 MN_w11	5 5 5 5

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	W ramach wykładu przedstawione zostaną następujące zagadnienia: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Wprowadzenie do uczenia maszynowego.</li> <li>•Indukcja jako metoda uczenia.</li> </ul>
-------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Metody matematyczne w ML.</li> <li>•Uczenie nadzorowane: uczenie drzew decyzyjnych, indukcja reguł.</li> <li>•Uczenie nadzorowane: metody bazujące na pojęciu odległości.</li> <li>•Uczenie nienadzorowane: klasteryzacja, systemy samoorganizujące się, oraz metody klasyfikacji bezwzrocowej i wzorcowej.</li> <li>•Uczenie z nagradzaniem.</li> <li>•Uczenie modeli probabilistycznych.</li> <li>•Wybrane metody analizy danych.</li> </ul> <p>W ramach laboratorium studenci samodzielnie wykonują zadania związane z tematami wykładu.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowe wiadomości z zakresu programowania i metod numerycznych

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M8-w1	sprawdzanie	ocenie podlegają samodzielnie wykonane ćwiczenia w ramach zajęć laboratoryjnych	2MN-M8-01, 2MN-M8-02, 2MN-M8-03

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-M8-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15		15	2MN-M8-w1
2MN-M8-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych związanych z tematyką wykładu	30			2MN-M8-w1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Mikroelektronika

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M6

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-M6-01	Student ma podstawową wiedzę na temat charakterystyki procesu technologicznego elementów i układów elektronicznych, związanej z nim terminologii i podstawowych pojęć.	MN_k09 MN_w06	5 5
2MN-M6-02	Ma podstawową wiedzę na temat technologii półprzewodnikowej i materiałów w niej stosowanych.	MN_u01 MN_w01	5 5
2MN-M6-03	Ma podstawową wiedzę na temat technologii hybrydowych i stosowanych w nich materiałów.	MN_u01	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Ogólna charakterystyka procesu technologicznego elementów i układów elektronicznych. Terminologia i podstawowe pojęcia. Technologie półprzewodnikowe: otrzymywanie podłoży krzemowych, technologie wytwarzania tranzystorów bipolarnych i polowych, układów scalonych (dyfuzja, epitaksja, implantacja jonowa, itp.). Litografia – rodzaje i podstawy fizyczne. Technologia grubowarstwowa – materiały, proces sitodruku, parametry procesu technologicznego. Technologia cienkowarstwowa – techniki nanoszenia warstw, materiały, parametry, aplikacje. Podstawy nanoelektroniki
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu elektroniki.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M6-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	

			2MN-M6-01, 2MN-M6-02, 2MN-M6-03
2MN-M6-w2	Sprawozdanie	Laboratorium - wykonanie i zaliczenie wszystkich ćwiczeń.	2MN-M6-01, 2MN-M6-02, 2MN-M6-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-M6-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15			2MN-M6-w1
2MN-M6-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, wykonywanie projektów modeli 3D.	15			2MN-M6-w2

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:**      Mikrosensory

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M12A

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M12-01	Posiada wiedzę w zakresie rodzajów i budowy sensorów	MN_u01 MN_u08 MN_w01	5 5 5
2MN-M12-02	Potrafi wyjaśnić zasady działania sensorów w oparciu o zjawiska fizyczne	MN_u01 MN_u02	5 5
2MN-M12-03	Zna możliwe aplikacje różnego rodzaju czujników w układach kontrolno-pomiarowych	MN_u04	4
2Mn-M12-04	Potrafi zastosować pozyskaną wiedzę w projektowaniu układów pomiarowych.	MN_w07 MN_w08	5 5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia: 1. Metrologia jako dziedzina techniki i nauka. 2. Koncepcja i rodzaje układów kontrolno-pomiarowych. 3. Układy przetwarzania sygnałów analogowych i cyfrowych. 4. Koncepcja sensorów rezystancyjnych, pojemnościowych i indukcyjnych. 5. Przegląd sensorów do wykonywania pomiarów różnych wielkości fizycznych. 6. Parametry użytkowe sensorów. 7. Zastosowanie mikro i nanotechnologii do konstrukcji sensorów. 8. Czujniki optyczne. 9. Biosensory.

	W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z różnymi rodzajami sensorów oraz ich aplikacji w układach kontrolno-pomiarowych.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki, elektrotechniki i elektroniki.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M12-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M12-01, 2MN-M12-02, 2MN-M12-03
2MN-M12-w2	Sprawozdanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M12-03, 2Mn-M12-04

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-M12-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15			2MN-M12-w1
2MN-M12-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, analiza wyników, pisanie sprawozdań.	15			2MN-M12-w2



1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Mikroskopia i mikroanaliza

**Kod modułu:** W4-S2MN19-05

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-05-01	Student posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk fizycznych oraz zna różne rodzaje nanomateriałów	MN_w01 MN_w02 MN_w05	4 4 4
2MN-05-02	Student posiada wiedzę w zakresie metod doświadczalnych wykorzystywanych w charakteryzacji mikroskopowej nanomateriałów	MN_w04	5
2MN-05-03	Student rozumie cel obrazowania struktury nanomateriałów oraz ma elementarną wiedzę w zakresie opisu ilościowego struktury	MN_u01 MN_w04 MN_w08	4 5 4
2MN-05-04	Student potrafi określić i zinterpretować podstawowe parametry struktury nanomateriałów na podstawie wykonanych pomiarów	MN_u01 MN_u02 MN_u03 MN_u07 MN_u11	4 4 5 5 5
2MN-05-05	potrafi pracować indywidualnie i w zespole interdyscyplinarnym, planować sposób rozwiązania problemu i podział zadań w ramach zespołu, oszacować czas na realizację określonego zadania	MN_u12	5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	W ramach modułu przedstawione omówione zostaną zagadnienia związane z: 1. Budową wybranych mikroskopów i zasadą działania poszczególnych komponentów mikroskopu (budowa lasera, budowa źródła elektronów, źródła
-------------	---

	<p>promieniowania rentgenowskiego, detektorów)</p> <p>2. Podstawami fizycznymi danej techniki mikroskopowej (dualizm korpuskularno falowy, oddziaływanie promieniowania z materią, oddziaływania elektrostatyczne, oddziaływania Coulombowskie, fale materii, dyfrakcja, interferencja)</p> <p>3. Metodami preparatyki materiału badawczego (trawienie jonowe, elektropolowanie, mechaniczne rozdrabnianie)</p> <p>4. Zasadą działania technik mikroskopowych oraz innych wybranych technik obrazowania do badań w tym nanomateriałów i nanokompozytów. W szczególności omawiane będą następujące mikroskopy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transmisyjny mikroskop elektronowy (Transmission Electron Microscopy TEM) oraz Wysoko rozdzielczy transmisyjny mikroskop elektronowy (High Resolution Transmission Electron Microscopy HRTEM)</li> <li>- Skaningowy mikroskop elektronowy (Scanning Electron Microscopy SEM) w raz z przystawką EDS i EDX</li> <li>- Mikroskopie ze skanującą sondą (Scanning Probe Microscopy SPM; w tym Mikroskopia sił atomowym AFM i jej odmiany oraz mikroskopia skaningowa tunelowa STM)</li> <li>- Inne metody obrazowania (techniki synchrotronowe, spektrometria masowa, spektroskopia fluorescencyjna)</li> </ul> <p>5. Ograniczeniami technik mikroskopowych (limity detekcji, ograniczenia związane z typem charakteryzowanego materiału oraz czynniki wpływające na jakość uzyskanego obrazu)</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	<p>Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki i chemii.</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego.</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii.</p>

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-05-w1	egzamin	Egzamin ustny z zakresu materiału prezentowanego na wykładach, skala ocen 2- 5. Student jest dopuszczony do egzaminu po uzyskaniu zaliczenia z części laboratoryjnej.	2MN-05-01, 2MN-05-02, 2MN-05-03, 2MN-05-04
2MN-05-w2	zaliczenie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z pisemnego sprawozdania z wykonanych pomiarów, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium.	2MN-05-01, 2MN-05-02, 2MN-05-03, 2MN-05-04, 2MN-05-05

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-05-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30	w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą student dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy.		
2MN-05-z2	laboratorium	zapoznanie z wybranymi technikami obrazowania nanomateriałów i kompozytów zawierających nanomateriały; przygotowanie materiału do badań, wykonanie eksperymentu pod kierunkiem prowadzącego; analiza i opracowanie wyników pomiarów przez studenta; pisemny raport przygotowany przez studenta zawierający wstęp teoretyczny, opis	30			

		zastosowanej metody badawczej oraz opracowanie wyników pomiarów z podaniem wniosków płynących w wykonanego eksperymentu.				
--	--	--	--	--	--	--

1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Modelowanie nanostruktur - projekt

**Kod modułu:** W4-S2MN19-14

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-14-01	posiada umiejętność modelowania materiałów w oparciu o metody bazujące na teorii funkcjonału gęstości.	MN_u01 MN_u02	5 5
2MN-14-02	posiada umiejętność modelowania materiałów w oparciu o metody oparte dynamikę molekularną.	MN_u01 MN_u02	5 5
2MN-14-03	posiada znajomość fizycznych podstaw modelowania materiałów w oparciu o metody bazujące na teorii funkcjonału gęstości.	MN_u02	5
2MN-14-04	posiada znajomość fizycznych podstaw modelowania materiałów w oparciu o metody bazujące na dynamice molekularnej.	MN_u02	5
2MN-14-05	dobrze rozumie cywilizacyjne znaczenie modelowania nanomateriałów	MN_w01	5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fizyczne podstawy teorii funkcjonału gęstości.</li> <li>2. Wielkości które możemy przewidzieć przy użyciu metod obliczeniowych opartych o teorię funkcjonału gęstości.</li> <li>3. Przewidywanie elastycznych własności nanomateriałów.</li> <li>4. Przewidywanie magnetycznych własności nanomateriałów.</li> <li>5. Przewidywanie optycznych i spektroskopowych własności nanomateriałów.</li> <li>6. Przewidywanie elektrycznych własności nanomateriałów.</li> <li>7. Zastosowanie obliczeń ab-initio w określaniu parametrów potrzebnych w symulacjach metodami dynamiki molekularnej.</li> <li>8. Proste symulacje dynamiki molekularnej.</li> </ol> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia komputerowe mające na celu zapoznanie studentów z praktyką modelowania</p>
-------------	---

	nanomateriałów, zastosowaniem różnych metod obliczeniowych do różnych rodzajów problemów i zaletami oraz wadami konkretnych metod w konkretnych aplikacjach. Studenci będą modelowali proste materiały, struktury 1, 2 i 3-wymiarowe o rozmiarach nano.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki i materiałoznawstwa.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-14-w1	Egzamin	Egzamin ustny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu. Skala ocen 2-5	2MN-14-03, 2MN-14-04, 2MN-14-05
2MN-14-w2	Sprawdzanie	Ocena sprawozdań z przebiegu ćwiczenia wykonanego w pracowni	2MN-14-01, 2MN-14-02, 2MN-14-05

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2Mn-14-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych	10	przyswajanie i pogłębianie wiedzy	20	2MN-14-w1
2MN-14-z2	laboratorium	wykonywanie ćwiczeń z modelowania materiałów na komputerach w pracowni, analiza uzyskanych wyników	30	pisanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	20	2MN-14-w2

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Nanomateriały węglowe

**Kod modułu:** W4-S2MN19-11A

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-11-01	Rozumie znaczenie nanotechnologii i jej zastosowań dla rozwoju nowoczesnego przemysłu.	MN_u01 MN_u03 MN_w01	5 5 5
2MN-11-02	Ma dogłębną wiedzę w dziedzinie otrzymywania, struktury i unikalnych właściwości fizyko-chemicznych nanomateriałów węglowych oraz ich zastosowań.	MN_u02 MN_w01	5 5
2MN-11-03	Ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju technologii wytwarzania nanomateriałów węglowych, modelowaniu komputerowym ich struktury oraz o obecnemu stanowi wiedzy w tej dziedzinie.	MN_k01 MN_u03	5 5
2MN-11-04	Zna metody dyfrakcyjne, mikroskopowe i spektroskopowe stosowane do badań nanomateriałów węglowych.	MN_u11 MN_w04 MN_w09	5 5 5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nanomateriały węglowe – charakterystyka i podstawowe właściwości.</li> <li>2. Metody dyfrakcyjne badania struktury nanomateriałów węglowych – dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego, elektronów i neutronów.</li> <li>3. Metody mikroskopowe i spektroskopowe badań nanomateriałów węglowych.</li> <li>4. Podstawy analizy i interpretacji danych dyfrakcyjnych.</li> <li>5. Modelowanie komputerowe struktury nanomateriałów węglowych – podstawy teoretyczne i zastosowania.</li> <li>6. Korelacje struktura w skali atomowej – właściwości nanomateriałów węglowych.</li> </ol>
-------------	---

W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z metodami otrzymywania nanomateriałów węglowych, metodyką badań dyfrakcyjnych, ich opracowaniem i interpretacją.

**Wymagania wstępne** Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego, matematycznych podstaw transformaty Fouriera.

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-11-w1	egzamin	Egzamin pisemny	2MN-11-01, 2MN-11-02, 2MN-11-03, 2MN-11-04

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-11-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15	lektura uzupełniająca	10	2MN-11-w1
2MN-11-z2	laboratorium	samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, opracowanie i analiza wyników, pisanie sprawozdań.	15		10	

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Nanostruktury 3D

**Kod modułu:** W4-S2MN19-12B

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-12-01	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizykochemii powierzchni	MN_u02 MN_u03 MN_w05	3 5 4
2MN-12-02	potrafi zastosować prawa termodynamiki do opisu zjawisk powierzchniowych	MN_u02 MN_u03 MN_w05	5 5 5
2MN-12-03	rozumie znaczenie zjawisk powierzchniowych i ich wpływu na właściwości materiałów	MN_u01 MN_u03 MN_w01	5 5 5
2MN-12-04	ma wiedzę z zakresu metod ekperymentalnych badań układów powierzchniowych	MN_u05 MN_u06 MN_u07	5 5 5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia: 1.Nanocząstki a materiały objętościowe 2.Kropki kwantowe, druty i studnie kwantowe 3.Powierzchnia nanokryształów, kształt nanocząstek , samoorganizacja



	4. Wybrane przykłady nanocząstek:., nanocząstki złota, miedzi i innych metali, nanoukłady węglowe 5. Techniki wytwarzania nanocząstek 6. Własności wybranych nanocząstek 7. Metody charakteryzacji nanocząstek 8. Funkcjonalizacja chemiczna nanocząstek 9. Zastosowania nanocząstek jako nośników leków, substancji aktywnych stosowanych w kosmetykach, w diagnostyce medycznej, w ogniwach słonecznych oraz wybranych technologiach ochrony środowiska.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki i chemii.

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-12-w1	sprawdzanie	Przygotowanie sprawozdań z przebiegu ćwiczenia wykonanego w pracowni badań pwoerzc	2MN-12-01, 2MN-12-02, 2MN-12-03, 2MN-12-04

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-12-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych.	15	Pogłębianie wiedzy i praca z podręcznikiem.	20	
2MN-12-z2	laboratorium	Zajęcia w formie ćwiczeń laboratoryjnych do samodzielnego wykonanie przez studentów.	15	Wykonanie ćwiczeń, opracowanie wyników, pisanie sprawozdań	20	2MN-12-w1

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:**      Perspektywy rewolucji nanomateriałów

**Kod modułu:** W4-S2MN19-04

**1. Liczba punktów ECTS: 3**

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-04-01	Student posiada podstawową i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki i chemii nanomateriałów i ich zastosowania w przemyśle.	MN_w01 MN_w02 MN_w03 MN_w04 MN_w05	5 3 3 3 3
2MN-04-02	Student potrafi w sposób zrozumiały wyjaśnić na gruncie fizyki procesy zachodzące w przyrodzie oraz metody stosowane w nanotechnologii.	MN_u01	3
2MN-04-03	Student potrafi prowadzić dyskusję dotyczącą procesów fizycznych, rozwiązań technicznych i zagadnień interdyscyplinarnych z przedstawicielami różnych nauk pokrewnych.	MN_u03	3
2MN-04-04	Student posiada umiejętność samokształcenia, pozyskiwania informacji z literatury, baz danych i innych źródeł.	MN_u09	4
2MN-04-05	Student rozumie potrzebę dalszego kształcenia oraz potrafi inspirować dyskusje dotyczące problemów fizyki i techniki, zarówno w gronie specjalistów, jak i laików oraz rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi z dziedziny fizyki i nauk inżynierskich.	MN_k01 MN_k04	5 5
2MN-04-06	Student rozumie znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób a także społeczne aspekty stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związaną z tym odpowiedzialność	MN_k04 MN_k05	5 5
2MN-04-07	Student rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy	MN_k09	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>W ramach modułu omówione zostaną zagadnienia związane z aktualnymi trendami rozwoju nanotechnologii. Tematyka wykładu obejmuje zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nanotechnologia (rys historyczny, podstawy nanotechnologii, ograniczenia nanotechnologii)</li> <li>2. Możliwości nanotechnologii i jej interdyscyplinarny charakter           <ul style="list-style-type: none"> <li>- inżynieria molekularna inspirowana biotechnologią (biosensory, materiały biomedyczne, leki)</li> <li>- technologia elektroniczna (oparta na półprzewodnikach, komputery kwantowe, lasery dla optoelektroniki, urządzenia do zapisu danych)</li> <li>- urządzenia i procesy oparte na nowych materiałach: nanofotonika, nanobiosystemy, nanoelektronika i materiały nanostrukturalne (Koncepcje urządzeń typu: Selektywne bioanano-sensory, Specjalne systemy dostarczania leków, Nanoelektronika na bazie zminiaturyzowanych urządzeń krzemowych, Nowe urządzenia oparte na elektronice spinowej, Materiały nanostrukturalne jako katalizatory przemysłowe, Powierzchnie samoczyszczące oparte na nanomateriałach, Zaawansowana diagnostyka medyczna, Docelowe komórki ludzkie dla naprawy narządów, Pojedyncze urządzenia elektroniczne, Obliczenia optyczne, Przenośne ogniwo paliwowe i zaawansowana bateria, Sztuczna fotosynteza)</li> <li>- Internet rzeczy</li> </ul> </li> <li>3. Aspekty techniczne w tym           <ul style="list-style-type: none"> <li>- odtwarzalność, stabilność nanomateriałów i nanokompozytów</li> <li>- standaryzacja materiałów i urządzeń nanotechnologicznych</li> </ul> </li> <li>4. Zagrożenia dla środowiska i zdrowia ludzkiego</li> <li>5. Zagadnienia prawne, polityczne i regulacyjne oraz społeczne aspekty nanotechnologii (edukacja, finansowanie, komercjalizacja).</li> </ol>
<b>Wymagania wstępne</b>	<p>Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki i chemii.          Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego.          Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii.</p>

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-04-w1	egzamin	Ocenę końcową student uzyskuje po zdaniu egzaminu ustnego (lub pisemnego) z zakresu materiału prezentowanego na wykładach. Obowiązująca skala ocen: 2-5.	2MN-04-01, 2MN-04-02, 2MN-04-03, 2MN-04-04, 2MN-04-05, 2MN-04-06, 2MN-04-07

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-04-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych oraz dyskusja mająca na celu przyswajanie i pogłębianie wiedzy z zakresu rozwoju nanotechnologii.	10	przygotowanie do dyskusji w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą i udostępnioną przez prowadzącego materiały student dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy, aktywny udział w dyskusji.	15	2MN-04-w1
2MN-04-z2	laboratorium		20		30	

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Pracownia magisterska I

**Kod modułu:** W4-S2MN19-23

**1. Liczba punktów ECTS:** 1

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-23-01	Rozumie znaczenie mikro i nanotechnologii w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	MN_w01	3
2MN-23-02	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	MN_u11 MN_u12	3 3

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	W ramach przedmiotu student: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową</li> <li>•Podejmuje wstępne badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej</li> </ul> Student wybiera temat pracy magisterskiej oraz, po konsultacjach z opiekunem, tematykę zajęć laboratoryjnych
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-23-w1	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań pracy magisterskiej	2MN-23-01, 2MN-23-02

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	efektów uczenia się
2MN-23-z1	laboratorium	Praca z promotorem, praca w laboratorium	20	Praca własna nad zagadnieniem pracy dyplomowej	10	2MN-23-w1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Pracownia magisterska II, seminarium dyplomowe, wykonanie pracy dyplomowej, przygotowanie do egzaminu dyplomowego

**Kod modułu:** W4-S2MN19-20

1. Liczba punktów ECTS: 18

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-20-01	Rozumie znaczenie mikro i nanotechnologii w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	MN_w01	5
2MN-20-02	Zna modele teoretyczne i formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	MN_w05	5
		MN_w06	5
		MN_w07	5
2MN-20-03	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu, a następnie zaplanować i konsekwentnie realizować plan bada	MN_k02	5
		MN_u04	5
		MN_u05	5
		MN_u06	5
		MN_w08	5
2MN-20-04	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	MN_u07	5
		MN_u09	5
		MN_u10	5
2MN-20-05	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	MN_u11	5
		MN_u12	5
2MN-20-06	Potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu, potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	MN_k07	5
2MN-20-07	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	MN_k01	5

		MN_k04	5
--	--	--------	---

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>W ramach przedmiotuj student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową</li> <li>•Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej</li> <li>•Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki</li> </ul> <p>Praca magisterska</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Przedstawienie w formie pisemnej wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją</li> </ul> <p>Student wybiera temat pracy magisterskiej oraz, po konsultacjach z opiekunem, tematykę zajęć laboratoryjnych</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-20-w1	Praca magisterska	Przygotowanie pracy magisterskiej	2MN-20-01, 2MN-20-02, 2MN-20-03, 2MN-20-04, 2MN-20-05, 2MN-20-06, 2MN-20-07
2MN-20-w2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2MN-20-01, 2MN-20-02, 2MN-20-03, 2MN-20-04, 2MN-20-05, 2MN-20-06, 2MN-20-07

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-20-z1	laboratorium	Praca z promotorem, praca w laboratorium	100	Praca własna nad zagadnieniem pracy dyplomowej	100	2MN-20-w1, 2MN-20-w2

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:**            Praktyki

**Kod modułu:** W4-S2MN19-PR

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-PR-1	Zna metody i programy komputerowe niezbędne do realizowania tematyki praktyk, potrafi się nimi posługiwać	MN_w08	5
2MN-PR-2	ma podstawową wiedzę w zakresie elektroniki, potrafi czytać schematy ideowe, zna podstawy fizyczne i zasadę działania poszczególnych elementów elektronicznych i prostych układów	MN_w10	5
2MN-PR-3	zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	MN_k05 MN_k06 MN_k08	5 5 5
2MN-PR-4	posługuje się językiem angielskim w stopniu wystarczającym do czytania ze zrozumieniem literatury fachowej, instrukcji obsługi urządzeń i narzędzi informatycznych	MN_k04 MN_k09	5 5
2MN-PR-5	potrafi sporządzić plan projektu badawczego, oszacować czas na jego realizację i wykonać go	MN_k02 MN_k03 MN_u11 MN_u12 MN_w09	5 5 5 5 5
2MN-PR-6	potrafi wyjaśnić działanie wybranych urządzeń, systemów i obiektów technicznych	MN_u01 MN_w04	5 5
2MN-PR-7	potrafi zrealizować powierzone mu zadania	MN_k09	5



3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Praktyka zawodowa na kierunku mikro i nanotechnologiaa ma służyć pogłębieniu wiedzy w obsłudze nowoczesnej aparatury oraz stosowaniu nowoczesnych technik badawczych i pomiarowych, głównie w szeroko rozumianym przemyśle. Na Śląsku praktyki zawodowe studenci odbywają przede wszystkim w firmach związanych z przemysłem ciężkim, ale nie tylko. Obowiązuje w tym przypadku dość duża swoboda w wyborze placówki, co daje studentom możliwość zaprezentowania swojej wiedzy i wykazania się u potencjalnych pracodawców z wielu branż od techniki po ochronę środowiska.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-PR_w1	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie oceny praktyk wystawionej przez opiekuna zawodowego	2MN-PR-1, 2MN-PR-2, 2MN-PR-3, 2MN-PR-4, 2MN-PR-5, 2MN-PR-6, 2MN-PR-7

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2mn_PR-z1	praktyka	Praktyka zawodowa na kierunku mikro i nanotechnologia ma służyć pogłębieniu wiedzy w obsłudze nowoczesnej aparatury oraz stosowaniu nowoczesnych technik badawczych i pomiarowych, głównie w szeroko rozumianym przemyśle.	120			2MN-PR_w1

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Projektowanie badań naukowych - projekt zespołowy

**Kod modułu:** W4-S2MN19-07B

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-07-01	Student posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk fizycznych, własności fizykochemicznych nanomateriałów oraz zna różne metody ich wytwarzania, charakteryzacji i zastosowania	MN_w01 MN_w02 MN_w04 MN_w05 MN_w08	5 3 4 5 3
2MN-07-02	Student posiada wiedzę w zakresie nowoczesnych nanomateriałów funkcjonalnych, potrafi je sklasyfikować i opisać	MN_w01 MN_w03 MN_w11	5 3 3
2MN-07-03	Student potrafi w sposób zrozumiały wyjaśnić na gruncie fizyki procesy zachodzące w przyrodzie oraz metody stosowane w nanotechnologii	MN_u01	5
2MN-07-04	Student potrafi prowadzić dyskusję dotyczącą procesów fizycznych, rozwiązań technicznych i zagadnień interdyscyplinarnych z przedstawicielami różnych nauk pokrewnych	MN_u03	5
2MN-07-05	potrafi planować i przeprowadzić różnego typu pomiary i eksperymenty fizyczne z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń kontrolno-pomiarowych i samodzielnie przygotowanego oprogramowania	MN_u05	5
2MN-07-06	potrafi wybrać właściwą metodę dla rozwiązania konkretnego problemu inżynierskiego, określić jej ograniczenia, opracować dokumentację do realizacji zadania i zaprojektować zestaw testów uzyskanego wyniku	MN_u06	5
2MN-07-07	Student posiada umiejętność samokształcenia, pozyskiwania informacji z literatury, baz danych i innych źródeł	MN_u09	5
2MN-07-08	potrafi pracować indywidualnie i w zespole interdyscyplinarnym, planować sposób rozwiązania problemu i podział zadań w ramach zespołu, oszacować czas na realizację określonego zadania	MN_u12	5

2MN-07-09	Student rozumie potrzebę dalszego kształcenia oraz potrafi inspirować dyskusje dotyczące problemów fizyki i techniki, zarówno w gronie specjalistów, jak i laików oraz rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi z dziedziny fizyki i nauk inżynierskich	MN_k01 MN_k04	5 5
2MN-07-10	rozumie konieczność systematycznej pracy nad projektami długofalowymi, zaplanowania kolejnych etapów działań i realizacji przyjętego harmonogramu	MN_k02	5
2MN-07-11	umie pracować w grupie przyjmując w niej różne role, w tym zespołach interdyscyplinarnych; potrafi określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	MN_k03	5
2MN-07-12	potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu, potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	MN_k07	5
2MN-07-13	Student rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy	MN_k09	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>Celem przedmiotu „Projektowanie badań naukowych – projekt zespołowy” jest zaprojektowanie badań naukowych w tematyce obejmującej problematykę z zakresu mikro i nanotechnologii. Dwuetapowa realizacja projektu uwzględni będzie (1) Wstępne rozważania oraz (2) Zaprojektowanie badań naukowych.</p> <p>(1) W ramach Wstępnych rozważań studenci dokonają wyboru typu projektu badawczego (ilościowy, jakościowy, mieszany) w oparciu o dany problem naukowy, przeglądu literatury, teorii, którą można odnieść do stawianych w pracy naukowej pytań a także dokonają wyboru strategii opisanie wyników zrealizowanego projektu (struktura pracy, sposób uporządkowania tematów).</p> <p>(2) W ramach głównej części zajęć: Projektowania badań naukowych zadaniem studentów będzie opracowanie i zrealizowanie zespołowego projektu na zaproponowany przez studentów temat, w którym uwzględnione zostaną elementy typowe dla badań naukowych jakimi są: wprowadzenie do danego badania, sformułowanie celu, pytania badawcze i hipotezy, metody ilościowe, procedury jakościowe czy procedury badań mieszanych (w tym opis metod, technik i zastosowanych narzędzi badawczych). Finalnie studenci przeprowadzą zaprojektowane badania naukowe opracują uzyskane wyniki oraz przedstawiają w formie pisemnej lub prezentacji wyniki przeprowadzonych badań naukowych.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki ciała stałego, chemii, nanotechnologii, metod charakteryzacji materiałów.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-07-w1	sprawdzanie	Ocena końcowa modułu uwzględni średnią ocen uzyskanych w trakcie zajęć (prezentacja proponowanego projektu, realizacja projektu, sprawozdanie zrealizowanego projektu), skala ocen 2- 5:	2MN-07-01, 2MN-07-02, 2MN-07-03, 2MN-07-04, 2MN-07-05, 2MN-07-06, 2MN-07-07, 2MN-07-08, 2MN-07-09, 2MN-07-10, 2MN-07-11, 2MN-07-12, 2MN-07-13

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-07-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik	15	w oparciu o notatki z wykładów oraz	20	

		audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.		literaturę uzupełniającą student dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy i zdobywania nowej.		
2MN-07-z2	laboratorium	Zajęcia laboratoryjne obejmują poznanie wybranych technik charakteryzacji i wytwarzania nanostruktur wykorzystywanych w przemyśle. Dodatkowo w ramach zajęć planuje się wizyty studyjne w firmach o profilu nanotechnologicznym.	30			

1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Projektowanie CAD - projekt

**Kod modułu:** W4-S2MN19-16B

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-16-01	posiada wiedzę w zakresie inżynierii materiałowej	MN_u12 MN_w10	5 5
2MN-16-03	potrafi zastosować pozyskaną wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej i modelowania CAD w praktyce	MN_w10	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>Podstawowe informacje na temat projektowania obiektów i procesów. Metody modelowania CAD z uwzględnieniem projektowania materiałowego. Parametryzacja modelu. Modelowanie złożeń, analiza poprawności złożeń. Bazy części, biblioteki elementów znormalizowanych. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Naprężenia dopuszczalne. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa elementów maszyn. Współczynniki bezpieczeństwa.</p> <p>Metoda elementów skończonych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sformułowanie słabe dla wybranych problemów mechaniki</li> <li>- dyskretyzacja nieciągła, stabilizacja sformułowania, sformułowania mieszane</li> <li>- tworzenie układów równań liniowych, cechy charakterystyczne macierzy układu, agregacja</li> <li>- iteracyjne rozwiązywanie układów równań liniowych</li> <li>- strategie modelowania wybranych zagadnień mechaniki</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-16-w1	Egzamin	Egzamin ustny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu. Skala ocen 2-5	2MN-16-01, 2MN-16-03
		Ocena sprawozdań z przebiegu ćwiczeń.	2MN-16-01, 2MN-16-03

2MN-16-w2	Sprawdzanie		
-----------	-------------	--	--

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-16-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych	10	Pogłębianie wiedzy i praca z podręcznikiem.	20	2MN-16-w1
2MN-16-z2	laboratorium	Zajęcia w formie ćwiczeń laboratoryjnych do samodzielnego wykonania przez studentów.	30	Wykonanie ćwiczeń, opracowanie wyników, pisanie sprawozdań.	30	2MN-16-w2

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Projektowanie CAD i modelowanie FEM

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M5

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M5-01	Student ma wiedzę dotyczącą urządzeń, maszyn i silników roboczych, a także ich części i zespołów oraz relacji pomiędzy nimi występujących dotyczących różnych dziedzin techniki.	MN_w10	5
2MN-M5-02	Student potrafi zaprojektować i wykonać model CAD elementów maszyn będących składowymi konstrukcji mechanicznych.	MN_w07	5
2MN-M5-03	Student zna wybrane zaawansowane sformułowania metody elementów skończonych (MES) w zagadnieniach mechaniki.	MN_w07	5
2MN-M5-04	Student potrafi skonfigurować oprogramowanie do modelowania numerycznego oraz przeprowadzać symulacje numeryczne, konfigurować parametry rozwiązania, analizować wyniki i stosować techniki adaptacyjne.	MN_u06 MN_w07	5 5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>Podstawowe informacje na temat projektowania obiektów i procesów.            Metody modelowania CAD z uwzględnieniem projektowania materiałowego. Parametryzacja modelu. Modelowanie złożeń, analiza poprawności złożeń. Bazy części, biblioteki elementów znormalizowanych.            Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Naprężenia dopuszczalne. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa elementów maszyn. Współczynniki bezpieczeństwa.            Metoda elementów skończonych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● sformułowanie słabe dla wybranych problemów mechaniki</li> <li>● dyskretyzacja nieciągła, stabilizacja sformułowania, sformułowania mieszane</li> <li>● tworzenie układów równań liniowych, cechy charakterystyczne macierzy układu, agregacja</li> <li>● iteracyjne rozwiązywanie układów równań liniowych</li> <li>● strategie modelowania wybranych zagadnień mechaniki</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-M5-w1	Egzamin	Laboratorium - wykonanie i zaliczenie wszystkich ćwiczeń.	2MN-M5-01, 2MN-M5-03
2MN-M5-w2	Sprawozdanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M5-01, 2MN-M5-02, 2MN-M5-03, 2MN-M5-04

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-M5-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15			2MN-M5-w1
2MN-M5-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, wykonywanie projektów.	45			2MN-M5-w2



1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Proseminarium magisterskie

**Kod modułu:** W4-S2MN19-22

**1. Liczba punktów ECTS:** 1

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-20-01	Rozumie znaczenie mikro i nanotechnologii w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	MN_w01	3

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>Przedmiot stanowi przygotowanie do wykonania pracy magisterskiej. Podzielony jest na</p> <p>1.Część wstępną gdzie prowadzący zajęcia (1) przedstawia informacje na temat celu i charakteru i formalnych aspektów prac magisterskich na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych UŚ, (2) omawia metodykę pisania pracy magisterskiej, przedstawiając dobre praktyki np. dotyczące struktury pracy, zasad formułowania hipotez i też badawczych, tworzenia bibliografii na podstawie artykułów i monografii naukowych z uwzględnieniem praw autorskich, odsyłaczy, (3) przeprowadza dyskusję dotyczącą tematyki prac magisterskich odwołując się do proponowanych przez potencjalnych promotorów tytułów prac.</p> <p>2.Oraz część zasadniczą gdzie studenci, w oparciu o wybrane tematy prac magisterskich zaprezentują w formie ustnej; (1) stan badań danej tematyki na podstawie przeglądu literaturowego, (2) cel i zakres badawczy lub/i hipotezę badawczą, (3) stosowaną metodykę badawczą, (4) koncepcję pracy magisterskiej wraz z (4) konspektem pracy. Celem drugiej części proseminarium jest nie tylko wykształcenie umiejętności formułowania problemów badawczych i wyselekcjonowanie właściwych metod rozwiązania problemów badawczych ale także rozwijanie kompetencji związanych z popularyzacją posiadanej wiedzy, w tym przypadku z przygotowaniem prezentacji ustnej.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-22-w1	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów przygotowania do wykonania pracy magisterskiej	2MN-20-01

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-22-z1	proseminarium	Proseminarium w formie spotkań ze studentami, przedstawienie wymagań, terminów i proponowanych tematów prac magisterskich.	10	Zainteresowanie tematami prac magisterskich, ustalenie ostatecznej propozycji, zgłoszenie tematy oraz promotora.	10	

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Przedmiot z obszaru nauk humanistycznych

**Kod modułu:** W4-S2MN19-PH

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-PH-01	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów.	MN_w10	5
2MN-PH-02	Posiada pogłębioną umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie pozyskanych treści z zakresu dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów.	MN_u13	5
2MN-PH-03	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy.	MN_k09	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Celem modułu jest poszerzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta o treści spoza kierunku studiów.
<b>Wymagania wstępne</b>	brak

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-PH-w1	zaliczenie	weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie	2MN-PH-01, 2MN-PH-02, 2MN-PH-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	efektów uczenia się
2MN-PH-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	30		45	2MN-PH-w1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Przedmiot z obszaru nauk społecznych

**Kod modułu:** W4-S2MN19-PS

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-PS-01	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów.	MN_w10	5
2MN-PS-02	Posiada pogłębioną umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie pozyskanych treści z zakresu dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	MN_u13	5
2MN-PS-03	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy.	MN_k09	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Celem modułu jest poszerzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta o treści spoza kierunku studiów.
<b>Wymagania wstępne</b>	brak

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-PS-w1	zaliczenie	weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie	2MN-PS-01, 2MN-PS-02, 2MN-PS-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	efektów uczenia się
2MN-PS-z1	wykład	Podanie treści kształcenia w formie werbalnej z wykorzystaniem wizualizacji treści. Skupienie się na materiale trudnym pojęciowo i wskazanie źródeł. Ilustracja treści za pomocą przykładów.	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu z wykorzystaniem istniejących pakietów metod: podręczników, skryptów, stron internetowych itp. Przygotowanie się do zaliczenia w zależności od przyjętej formy.	20	2MN-PS-w1

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Spintronika i magnetyczne własności nanomateriałów

**Kod modułu:** W4-S2MN19-13A

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-13-01	Student posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk magnetycznych oraz pogłębioną wiedzę o uporządkowanych i nieuporządkowanych układach magnetycznych, oddziaływaniach wymiennych, procesach magnetyzacji w nanostrukturach	MN_w01 MN_w02	5 5
2MN-13-02	Student potrafi opisać wpływ efektów rozmiarowych na właściwości nanomateriałów magnetycznych	MN_u01	5
2MN-13-03	Student zna różne rodzaje nanomateriałów magnetycznych i potrafi opisać metody ich syntezy	MN_w05	5
2MN-13-04	Student posiada wiedzę w zakresie metod doświadczalnych w magnetyzmie oraz w badaniach nanomateriałów magnetycznych	MN_w04	3
2MN-13-05	Student rozumie cel przeprowadzania pomiarów magnetycznych w wysokich i niskich polach oraz w szerokim zakresie temperatur oraz ma elementarną wiedzę na temat ich interpretacji	MN_w08	4
2MN-13-06	Student potrafi określić podstawowe parametry magnetyczne nanomateriałów na podstawie wykonanych pomiarów	MN_u07 MN_u11	4 4

3. Opis modułu	
Opis	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Magnetyzm atomów i jonów: mikroskopowe źródła momentów magnetycznych, wpływ pola magnetycznego na momenty magnetyczne.</li> <li>2. Układy nieoddziałujących momentów magnetycznych.</li> <li>3. Uporządkowane struktury magnetyczne, magnetyczne oddziaływania wymienne.</li> <li>4. Magnetyzm pasmowy</li> <li>5. Różne rodzaje energii magnetycznej, anizotropia magnetyczna – źródła anizotropii, modele</li> <li>6. Struktura domenowa i procesy odwrotnej magnetyzacji</li> <li>7. Wpływ efektów rozmiarowych na właściwości magnetyczne – wielkości krytyczne, złożone układy magnetyczne, superparamagnetyzm, szkła spinowe,</li> </ol>

	<p>układy typu „exchange – spring” oraz „exchange – bias”.</p> <p>8. Transport spinowo zależny, magnetoopór</p> <p>9. Przegląd nanomateriałów magnetycznych: materiały twarde i miękkie, nanocząstki magnetyczne, nanokompozyty magnetyczne, cienkie warstwy magnetyczne, materiały magnetoelektroniczne</p> <p>10. Metody syntezy nanomateriałów magnetycznych.</p> <p>11. Eksperymentalne metody badań nanomateriałów magnetycznych.</p> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z jednym z wybranych sposobów wytwarzania nanomateriałów magnetycznych oraz z podstawowymi metodami badań właściwości magnetycznych syntezowanych nanomateriałów. Student na podstawie wiedzy uzyskanej na wykładzie oraz samodzielnej pracy będzie w stanie wyznaczyć podstawowe parametry magnetyczne zbadanych nanomateriałów.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	<p>Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki (elektryczność i magnetyzm).</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki ciała stałego.</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii.</p>

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-13-w1	egzamin	Egzamin ustny z zakresu materiału prezentowanego na wykładach	2MN-13-01, 2MN-13-02, 2MN-13-03, 2MN-13-04
2MN-13-w2	sprawozdanie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z pisemnego sprawozdania, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium	2MN-13-04, 2MN-13-05, 2MN-13-06

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2Mn-13-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy	15		30	2MN-13-w1
2Mn-13-z2	laboratorium	wykonywanie badań właściwości magnetycznych pod kierunkiem prowadzącego; analiza i opracowanie wyników pomiarów; pisemny raport zawierający wstęp teoretyczny, opis metod badawczych oraz opracowanie wyników pomiarów wraz z oszacowaniem parametrów magnetycznych dla badanych nanomateriałów	15		30	2MN-13-w2



1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Społeczne i środowiskowe oddziaływanie nanotechnologii

**Kod modułu:** W4-S2MN19-19

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-19-01	Student posiada wiedzę w zakresie nanomateriałów, nanostruktur, nanoukładów, ich metod wytwarzania i zastosowania	MN_w01 MN_w02	5 2
2MN-19-02	Student potrafi opisać własności fizykochemiczne nanoukładów, kompozytów i struktur wykorzystujących nanoukłady jako elementy składowe	MN_u01	5
2MN-19-03	Student potrafi opisać własności fizykochemiczne nanoukładów, kompozytów i struktur wykorzystujących nanoukłady jako elementy składowe	MN_w05	5
2MN-19-04	Student posiada wiedzę i umiejętności w zakresie legislacji wytwarzania i stosowania nanomateriałów, zarówno na poziomie legislacji EU jak i krajowym	MN_w04	3
2MN-19-05	Student rozumie i mechanizmy oddziaływania nanoukładów na środowisko człowieka oraz ekologiczne aspekty i ograniczenia ich zastosowania	MN_w08	3
2MN-19-06	Student potrafi określić parametry fizykochemiczne nanomateriałów oraz przewidzieć ich właściwości w aplikacjach przemysłowych	MN_u07 MN_u11	5 5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia: 1. Nanomateriały – przegląd wybranych grup nanoukładów, ich zastosowania oraz skutków społecznych 2. Bionanokompozyty, wykorzystanie układów biologicznych w medycynie, diagnostyce i technice medycznej. 3. Naneoelktronika – kolejna rewolucja techniczna i jej obserwowane skutki. 4. Kompozyty konstrukcyjne – trendy i drogi rozwoju 5. Nanokompozyty i materiały hybrydowe
-------------	--

	6. Ekologiczne aspekty zastosowania nanostruktur. 7. Nanomedycyna 8. Nanomateriały i ich wykorzystanie w świetle prawodawstwa 10. Nanotechnologia i jej wpływ na cywilizację.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej i fizyki.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-19-w1	egzamin	egzamin ustny z zakresu materiału prezentowanego na wykładach, praca zaliczeniowa z tematyki wykładów, skala ocen 2- 5	2MN-19-01, 2MN-19-02, 2MN-19-03, 2MN-19-04, 2MN-19-05, 2MN-19-06

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-19-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15	lektura uzupełniająca	45	

1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Sterowanie urządzeń CNC

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M4

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-M4-01	Student zna podstawy G-Code.	MN_w11	5
2MN-M4-02	Student potrafi zaproponować poprawnie strukturę zadania obróbkowego, zdefiniować narzędzia skrawające oraz parametry technologiczne wykorzystywane w systemie CAM.	MN_w11	5
2MN-M4-03	Student potrafi wykonać zestaw operacji technologicznych pozwalających na obróbkę przedmiotu o zdefiniowanej geometrii.	MN_w11	5
2MN-M4-04	Student potrafi opracować dokumentację procesu technologicznego z wykorzystaniem CAM.	MN_w11	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>Przykłady oprogramowania CAD/CAM. Wprowadzenie do systemów CAM oraz przykłady oprogramowania CAM – informacje o systemach CAM wspomagających proces wytwarzania, wady i zalety poszczególnych programów.</p> <p>Sprzężenie systemów CAD/CAM. Postprocesory w systemach CAD/CAM. Funkcje modułu CAM oraz rodzaje obróbek frezarskich w NX CAM. Główne elementy interfejsu CAM w NX. Definicja geometrii do obróbki, definicja położenia MCS, definicja modelu części, definicja przygotówki, definicja obiektów chronionych. Przygotowanie złożenia do obróbki.</p> <p>Wykorzystywane oprogramowanie: Feature CAM</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-M4-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-M4-01, 2MN-M4-02

2MN-M4-w2	Sprawdzanie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	2MN-M4-01, 2MN-M4-02, 2MN-M4-03, 2MN-M4-04
-----------	-------------	---	---

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-M4-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15			2MN-M4-w1
2MN-M4-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie ćwiczeń – wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych, wykonywanie projektów.	45			2MN-M4-w2

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Systemy pomiarowe

**Kod modułu:** W4-S2MN19-M11

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-M11-01	Posiada wiedzę w zakresie metrologii.	MN_w04	5
2MN-M11-02	Posiada wiedzę w zakresie budowy systemów pomiarowych	MN_u06 MN_w04	5 5
2MN-M11-03	Potrafi zastosować pozyskaną wiedzę w praktyce.	MN_u05 MN_u07	5 5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładu prezentowane będą następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawy metrologii.</li> <li>2. Klasyfikacja i budowa systemów pomiarowych.</li> <li>3. Popularne techniki pomiarowe.</li> <li>4. Analogowe i cyfrowe przetwarzanie sygnałów.</li> <li>5. Sterowniki kontrolno-pomiarowe.</li> <li>6. Projektowanie układów pomiarowych.</li> </ol> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych odbywać będą się ćwiczenia wykonywane przez studentów polegające na wykonaniu projektu układu pomiarowego z zastosowaniem sterowników kontrolno-pomiarowych.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy z zakresu elektryczności i elektrotechniki.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-M11-w1	Sprawdzanie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z pisemnego sprawozdania, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium.	2MN-M11-01, 2MN-M11-02, 2MN-M11-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-M11-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy.	15			
2MN-M11-z2	laboratorium	Samodzielne wykonywanie projektu – analiza wyników, pisanie sprawozdań.	15			2MN-M11-w1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:**            Technologia materiałowa

**Kod modułu:** W4-S2MN19-16A

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-16-01	posiada wiedzę w zakresie inżynierii materiałowej	MN_u12 MN_w10	5 5
2MN-16-02	posiada wiedzę w zakresie podstawowych technik obróbki materiałów	MN_u12 MN_w10	5 5
2MN-16-03	potrafi zastosować pozyskaną wiedzę w praktyce	MN_w10	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	<p>W ramach wykładu prezentowane będą następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Budowa i klasyfikacja materiałów.</li> <li>2. Metody badań w inżynierii materiałowej.</li> <li>3. Materiały konstrukcyjne.</li> <li>4. Metody obróbki materiałów konstrukcyjnych.</li> </ol> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych odbywać będą się ćwiczenia wykonywane przez studentów oraz pokazy różnych technik obróbki materiałów.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-16-w1	Egzamin	Egzamin ustny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu. Skala ocen 2-5	2MN-16-01, 2MN-16-02

2MN-16-w2	Sprawdzanie	Ocena sprawozdań z przebiegu ćwiczeń.	2MN-16-01, 2MN-16-02, 2MN-16-03
-----------	-------------	---------------------------------------	------------------------------------

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-16-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych	10	Pogłębianie wiedzy i praca z podręcznikiem.	20	2MN-16-w1, 2MN-16-w2
2MN-16-z2	laboratorium	Zajęcia w formie ćwiczeń laboratoryjnych do samodzielnego wykonanie przez studentów.	30	Wykonanie ćwiczeń, opracowanie wyników, pisanie sprawozdań.	30	2MN-16-w2



1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Teoretyczne podstawy nanotechnologii z elementami mechaniki i chemii kwantowej

**Kod modułu:** W4-S2MN19-02

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-02-01	zna i rozumie opis zjawisk kwantowomechanicznych w ramach wybranych modeli teoretycznych	MN_w05	5
2MN-02-02	zna podstawy technik obliczeniowych stosowanych w modelowaniu procesów fizycznych	MN_w07	3
2MN-02-03	potrafi w sposób zrozumiały wyjaśnić na gruncie fizyki procesy zachodzące w przyrodzie oraz metody stosowane w technice	MN_u01	4
2MN-02-04	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	MN_u02	5
2MN-02-05	rozumie potrzebę dalszego kształcenia oraz potrafi inspirować dyskusje dotyczące problemów fizyki kwantowej		

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	1. Przestrzeń stanów układu kwantowego i działanie w niej operatorów. 2. Postulaty mechaniki kwantowej. 3. Czasowe i bezczasowe równanie Schrodingera. 4. Zagadnienie własne dla oscylatora harmonicznego i anharmonicznego - zastosowania. 5. Układ cząstek identycznych . Wektory stanu ( funkcje falowe) dla N cząstek a) bozonów, b) fermionów. 6. Hamiltonian układu N cząstek identycznych w formalizmie I i II kwantowania. 7. Hamiltonian w przybliżeniu ciasnego wiązania, w modelu Hubbarda , modelu t-J. 8. Pomiar wielkości fizycznej w mechanice kwantowej. a) w stanie czystym

	b) w stanie mieszanym - definicja operatora statystycznego (operatora gęstości). 9. Kwantowe zespoły statystyczne Gibbs'a – rozkład kanoniczny i wielki rozkład kanoniczny. 10. Rozkład Fermiego-Diraca i jego konsekwencje dla gazu elektronowego w metalu. 11. Rozkład Bosego-Einsteina i zjawisko kondensacji bozonów. 12. Zastosowanie praw mechasniki kwantowej w chemii.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy fizyki i chemii, metody matematyczne fizyki

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-02-w1	kolkwium	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań	2MN-02-01, 2MN-02-02
2MN-02-w2	egzamin ustny	Egzamin ustny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu	2MN-02-01, 2MN-02-02, 2MN-02-03, 2MN-02-04, 2MN-02-05

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-02-z1	wykład	Klasyczna forma przekazu	30	Klasyczna forma przekazu	30	2MN-02-w2
2MN-02-z2	konwersatorium	Klasyczna forma prowadzenia ćwiczeń (kreda + tablica)	30	Zadania domowe, praca z podręcznikiem.	30	2MN-02-w1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Terminologia angielska w nanotechnologii - projekt

**Kod modułu:** W4-S2MN19-18

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-18-01	Student posiada poszerzoną znajomość technicznej terminologii angielskiej	MN_u14 MN_w01	5 5
2MN-18-02	Student potrafi zdefiniować w języku angielskim podstawowe pojęcia z dziedziny nanotechnologii	MN_u01 MN_u14	5 5
2MN-18-03	Student potrafi nazwać w języku angielskim materiały, aparaturę i sprzęt laboratoryjny oraz procesy technologiczne, chemiczne, fizykochemiczne z dziedziny nanotechnologii	MN_u03 MN_u14	5 5
2MN-18-04	Student przetłumaczyć na język polski tekst źródłowy (z podręcznika, portalu internetowego, publikacji naukowych) z dziedziny nanotechnologii	MN_u09 MN_u14	5 5
2Mn-18-05	Student potrafi przedstawić w języku angielskim (pisemnie i ustnie) krótkie doniesienie naukowe przedstawiające wybrane zagadnienia z nanotechnologii, w tym również przedstawiające wyniki własnych badań z zakresu przygotowywanej pracy magisterskiej	MN_k04 MN_u12 MN_u14	5 5 5
2MN-18-06	Student potrafi zabrać głos w angielskiej konwersacji naukowej, stawiać hipotezy, zadawać pytania i udzielać odpowiedzi	MN_k01 MN_u14	5 5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	W ramach seminarium przedstawione zostaną następujące zagadnienia: 1.Zapoznanie studentów z podstawową terminologią angielską stosowaną w nanotechnologii 2.Opis nanomateriałów, metod ich syntezy, badań i zastosowania w terminologii angielskiej
-------------	---

	3.Omówienie podstawowych zasad przygotowania publikacji naukowych w języku angielskim 4.Omówienie podstawowych zasad przygotowania prezentacji wyników badań w języku angielskim
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii i nanomateriałów Znajomość języka angielskiego w stopniu średnio zaawansowanym

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-18-w1	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	2MN-18-01, 2MN-18-02, 2MN-18-03, 2MN-18-04, 2MN-18-06, 2Mn-18-05

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2MN-18-z1	konwersatorium	Konwersatorium mające na celu realizację projektu przez studentów dotyczącego analizy językowej literatury specjalistycznej.	30	Praca nad projektem.	45	2MN-18-w1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Termodynamika i fizyka statystyczna

**Kod modułu:** W4-S2MN19-03

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-03-01	ma pogłębioną wiedzę z zakresu termodynamiki klasycznej	MN_u01 MN_u02 MN_u09 MN_w05	5 5 5 5
2MN-03-02	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki statystycznej	MN_u01 MN_u02 MN_u09 MN_w05	5 5 5 5
2MN-03-03	potrafi zastosować prawa fizyki statystycznej do opisu układów termodynamicznych	MN_w05	5
2MN-03-04	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych z zakresy termodynamiki i fizyki statystycznej	MN_u02	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	W ramach modułu zostaną przedstawione zagadnienia z zakresu termodynamiki klasycznej w ujęciu fenomenologicznym, w tym, podstawowe prawa i zależności pomiędzy wielkościami termodynamicznymi, zagadnienia związane z przemianami oraz równowagami fazowymi. W dalszej części, przedstawione zostaną założenia fizyki statystycznej ze szczególnym uwzględnieniem statystycznego opisu układów termodynamicznych.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy fizyki, podstawy analizy matematycznej

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-03-w1	kolokwium	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań. Skala ocen 2-5.	2MN-03-04
2MN-03-w2	egzamin ustny	Egzamin ustny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu. Skala ocen 2-5.	2MN-03-01, 2MN-03-02, 2MN-03-03

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-03-z1	wykład	Wykłady z wykorzystaniem środków audiowizualnych oraz tradycyjnych (kreda + tablica).	30	Praca z podręcznikiem i materiałami z wykładów.	30	2MN-03-w2
2MN-03-z2	konwersatorium	Tradycyjna forma, aktywny udział studentów.	30	Rozwiązywanie zadań.	30	2MN-03-w1

1.	Nazwa kierunku	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Właściwości transportowe i nadprzewodnictwo

**Kod modułu:** W4-S2MN19-13B

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2MN-13-01	Student posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk transportowych zachodzących w układach nano.	MN_w01 MN_w02	5 5
2MN-13-02	Student potrafi opisać wpływ efektów rozmiarowych na właściwości transportowe	MN_u01	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Właściwości transportowe i nadprzewodnictwo 1. Podział materiałów ze względu na ich własności (izolatory, przewodniki, półprzewodniki) 2. Przejścia fazowe 3. Klasyczne zjawiska transportu 4. Zjawiska transportu w skali nano. 5. Dielektryki, ferroelektryki i materiały nadprzewodzące w skali nano 6. Praktyczne zastosowania nanostruktur W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z jednym z wybranych sposobów charakteryzacji grupy materiałów o danych własnościach fizycznych. Student na podstawie wiedzy uzyskanej na wykładzie oraz samodzielnej pracy będzie w stanie wyznaczyć podstawowe parametry fizyczne zbadanych nanostruktur.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki (elektryczność i magnetyzm). Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki ciała stałego. Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2MN-13-w1	egzamin	Egzamin ustny z zakresu materiału prezentowanego na wykładach	2MN-13-01, 2MN-13-02
2MN-13-w2	sprawozdanie	Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z pisemnego sprawozdania, zaokrągloną w górę lub w dół, biorąc pod uwagę aktywność studenta podczas laboratorium	2MN-13-01, 2MN-13-02

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2Mn-13-z1	wykład	wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy	15	pogłębianie wiedzy	30	2MN-13-w1
2Mn-13-z2	laboratorium	wykonywanie badań właściwości magnetycznych pod kierunkiem prowadzącego; analiza i opracowanie wyników pomiarów; pisemny raport zawierający wstęp teoretyczny, opis metod badawczych oraz opracowanie wyników pomiarów wraz z oszacowaniem parametrów magnetycznych dla badanych nanomateriałów	15	opracowywanie wyników , pisanie sprawozdań	30	2MN-13-w2



1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>mikro i nanotechnologia</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2020/2021 (semestr letni)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Wykład specjalistyczny

**Kod modułu:** W4-S2MN19-21

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2MN-21-01	zna i rozumie prawne i etyczne aspekty związane z omawianymi zastosowaniami metod fizycznych	MN_w01 MN_w02	5 5
2MN-21-02	potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie przedstawić omawiane procesy fizyczne	MN_u01	5
2MN-21-03	potrafi wybrać właściwą metodę dla rozwiązania konkretnego problemu badawczego i inżynierskiego, określić jej ograniczenia	MN_u06	5
2MN-21-04	potrafi pozyskiwać dane z literatury, baz danych i innych źródeł potrzebne do zrozumienia i analizy omawianych zjawisk lub procesów	MN_k04	5
2MN-21-05	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzenia i pogłębiania wiedzy z fizyki oraz jej zastosowań	MN_k09	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Wykłady do wyboru, obejmujące tematykę różnorodnych zastosowań metod fizycznych.
<b>Wymagania wstępne</b>	brak

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2MN-21-w1	egzamin pisemny/ustny/testowy	obejmuje materiał z całego wykładu	2MN-21-01, 2MN-21-02, 2MN-21-03, 2MN-21-04, 2MN-21-05

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2MN-15-z1	wykład	wykład wybranych zagadnień z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych;	30	praca z podręcznikiem, lektura uzupełniająca.	45	2MN-21-w1