

Dwuletnie studia II stopnia na kierunku Inżynieria nanostruktur, ścieżki kształcenia: *Fotonika; Modelowanie nanostruktur i nowych materiałów; Nanotechnologie i charakteryzacja nowych materiałów*

Cele kształcenia

Studia II stopnia na makrokierunku „Inżynieria nanostruktur” odbywają się w ramach trzech ścieżek kształcenia (odpowiedników specjalizacji): *Fotonika (Photonics)*, *Modelowanie Nanostruktur i Nowych Materiałów (MONASTR) (Modeling of Nanostructures and Novel Materials)*, *Nanotechnologie i Charakteryzacja Nowych Materiałów (NiChNM) (Nanotechnologies and the Characterization of Novel Materials)*.

Absolwent studiów II stopnia „Inżynieria nanostruktur” będzie posiadać interdyscyplinarną wiedzę z zakresu fizyki i chemii. Absolwent uzyska wiedzę zarówno teoretyczną, jak również praktyczną w trakcie pracy w nowoczesnie wyposażonych laboratoriach Uniwersytetu Warszawskiego oraz współpracujących z nimi innych jednostek naukowych. Absolwent pozna i zrozumie rolę nanotechnologii i inżynierii nanostruktur w rozwoju nowoczesnego społeczeństwa. Absolwent będzie merytorycznie przygotowany do rozwiązywania problemów technicznych i naukowych w nanotechnologii, zarówno w skali laboratoryjnej jak i przemysłowej, w tym także badań środowiskowych. Uzyskana wiedza pozwoli absolwentowi na podjęcie pracy w instytucjach związanych z wykorzystaniem chemii, fizyki oraz na kontynuowanie nauki, w tym podjęcia studiów III stopnia.

Studia w ramach ścieżki *Fotonika* są poświęcone poznaniu technologii nanostruktur i materiałów dla fotoniki oraz zaznajomieniu się z podstawowymi metodami fizyko-chemicznymi, stosowanymi dla ich badania. Studia dają również możliwość poznania zasad działania podstawowych przyrządów i elementów fonicznych. W ramach ścieżki studenci wykonają pracy magisterską, polegającą na rozwiązaniu postawionego zagadnienia dotyczącego otrzymania lub zbadania właściwości materiału dla fotoniki. Opiekunami prac magisterskich mogą być wszyscy nauczyciele akademicy Wydziału Fizyki i Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, zajmujący się w swojej pracy naukowej technologią i badaniami materiałów dla fotoniki.

Studia w ramach ścieżki *MONASTR* są poświęcone modelowaniu własności nanostruktur i nowych materiałów. Istotną cechą tych studiów jest zaznajomienie studentów z nowoczesnymi metodami modelowania nanostruktur i nowych materiałów oraz, w ogólności, metod poznawania natury opartymi o realistyczne symulacje komputerowe. W ramach ścieżki, studenci wykonają pracy magisterską, w której zostanie przeprowadzone modelowanie nanostruktur, własności nowych materiałów, lub zostanie opracowane nowe narzędzie badawcze w postaci programu numerycznego. Opiekunami prac magisterskich mogą być wszyscy nauczyciele akademicy Wydziału Fizyki i Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego zajmujący się w swojej pracy naukowej modelowaniem własności fizycznych i chemicznych nanostruktur i nowych materiałów.

Studia w ramach ścieżki *NiChNM* są poświęcone projektowaniu i badaniu właściwości fizykochemicznych nowych materiałów, w szczególności wpływowi nanostrukturyzacji na właściwości fizykochemiczne nanomateriałów węglowych, półprzewodnikowych i polimerowych. Studenci ścieżki poznają strategie syntezy i fizycznego otrzymywania nanostruktur oraz ich charakteryzacji za pomocą najnowocześniejszych metod badawczych. Praktyczne zajęcia zawarte w programie specjalności mają charakter przekrojowy i będą uczyły wyboru i zastosowania wielu komplementarnych technik badawczych. Część teoretyczna będzie poświęcona wpływowi nanostrukturyzacji na właściwości fizykochemiczne materiałów oraz podstawom fizycznym stosowanych metod badawczych.

Efekty kształcenia

Fotonika: Uzyskanie wiedzy w zakresie fizyki, chemii i technologii materiałów, struktur i przyrządów fotonicznych. Nacisk położony jest na wiedzę doświadczalną - absolwent powinien poradzić sobie z otrzymaniem wybranych materiałów lub struktur fotonicznych oraz z ich podstawową charakterystyką. Sprawdzeniem praktycznego stosowania nabytej wiedzy będzie wykonanie pracy magisterskiej polegającej na rozwiązaniu postawionego zagadnienia dotyczącego otrzymania lub zbadania właściwości materiału lub struktury fotonicznej.

MONASTR: Uzyskanie wiedzy w zakresie fizyki, chemii, matematyki, metod numerycznych, oraz praktycznego wykorzystywania technologii informacyjnych potrzebnej do przeprowadzenia (i) modelowania struktury elektronowej nanostruktur, ich fizycznych i chemicznych własności oraz (ii) modelowania nowych materiałów. Sprawdzeniem praktycznego stosowania nabytej wiedzy będzie wykonanie pracy magisterskiej polegającej na modelowaniu (symulacjach) nanostruktur i nowych materiałów.

NiChNM: Zapoznanie się ze stosowanymi obecnie metodami syntezy nanostruktur oraz umiejętność samodzielnego opracowania nowych lub modyfikacji istniejących metod syntezy. Pogłębienie i rozszerzenie podstaw teoretycznych oraz praktycznego zastosowania spektroskopowych i mikroskopowych metod charakteryzacji nanostruktur. Wykorzystanie tych metod do badania zagadnień fizykochemicznych. Opanowanie wiedzy teoretycznej niezbędnej dla zrozumienia związków pomiędzy rozmiarem, sposobem otrzymywania, a właściwościami fizykochemicznymi nanomateriałów.

Absolwent studiów II stopnia Inżynierii nanostruktur otrzyma wykształcenie w dziedzinie chemii, fizyki, nanotechnologii i inżynierii nanostruktur. Będzie posiadać rozszerzoną wiedzę w zakresie fizyki i chemii, oraz ich historyczny rozwój i znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości. Będzie posiadał pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki i metod matematycznych; będzie znał zaawansowane techniki numeryczne, obliczeniowe i informatyczne, a także zaawansowane techniki doświadczalne i obserwacyjne. Absolwent Inżynierii nanostruktur w trakcie studiów pozna nowoczesną aparaturę naukowo-badawczą oraz częściowo aparaturę przemysłową wykorzystywanej w inżynierii nanostruktur. Będzie znać zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w obszarze fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur.

Absolwent Inżynierii nanostruktur będą posiadali wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w dziedzinie fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur, będzie potrafił zaplanować i wykonać obserwacje, doświadczenia, i obliczenia z zakresu fizyki, chemii oraz dotyczące nanotechnologii i inżynierii nanostruktur. Będzie potrafił krytycznie ocenić wyniki doświadczeń i obliczeń teoretycznych oraz przeprowadzić analizę ich dokładności, znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach; będzie znał podstawowe czasopisma naukowe dotyczące fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur oraz będzie umiał zastosować zdobytą wiedzę, umiejętności oraz metodykę fizyki i chemii do rozwiązywania problemów z dziedzin pokrewnych. Będzie rozumiał potrzebę uczenia się przez całe życie; oraz dzięki zajęciom w grupach badawczych będzie potrafił współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role. Będzie umiał samodzielnie uczyć się oraz określić kierunki swego dalszego kształcenia gdyż będzie rozumiał potrzebę uczenia się przez całe życie. Będzie potrafił odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania oraz będzie miał świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji; rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związaną z tym odpowiedzialność.

Absolwent Inżynierii nanostruktur będzie potrafił przedstawić wiedzę, wyniki badań i odkrycia naukowe w sposób jasny i systematyczny, prezentując przyjętą metodologię, a także omawiając

znaczenie uzyskanych wyników na tle innych podobnych badań. Będzie potrafił skutecznie komunikować się ze specjalistami oraz niespecjalistami w zakresie fizyki, chemii, nanotechnologii i inżynierii nanostruktur oraz dziedzin pokrewnych, nawiązując dyskusję naukową lub przyczyniając się do popularyzacji wiedzy. Będzie posiadał umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych, ustnych, także w języku angielskim na poziomie B2+.

Absolwent będzie znał ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur, będzie rozumiał podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowych.

W szczególności każda ze ścieżek kształcenia na studiach II stopnia Inżynierii nanostruktur będzie pozwalała na wykorzystanie wiedzy specjalistycznej oraz umiejętności charakterystycznych dla każdej z dziedzin.

Fotonika: Absolwent ścieżki *Fotonika* będzie charakteryzować się:

- otwartością na wciąż nowe wyzwania stawiane materiałom dla fotoniki, zarówno w zakresie ich technologii, jak też badania i modyfikacji ich właściwości. Absolwenci mogliby znaleźć zatrudnienie w instytutach badawczych, a również w rozwijającej się gospodarce związanej z przemysłem telekomunikacyjnym, dotyczącym konstrukcji i wytwarzania źródeł światła, detektorów, elementów optycznych i t.p.
- umiejętnością samodzielnego doksztalcania się.

Absolwent powinien posiadać umiejętność:

- rozumienia działania podstawowych przyrządów i elementów fotonicznych,
- rozumienia podstawowych metod technologii i nanotechnologii materiałów tworzonych na potrzeby fotoniki,
- znajomości podstawowych metod charakteryzacji materiałów i struktur fotonicznych
- twórczego podejścia do zagadnienia nowych materiałów dla fotoniki, zarówno pod względem technologii ich otrzymywania, jak i modyfikowania ich właściwości,
- pracy w zespołach interdyscyplinarnych

MONASTR Absolwent ścieżki *Modelowanie Nanostruktur i Nowych Materiałów* będzie charakteryzować się

- otwartością na różnorodne wymagania i potrzeby merytoryczne na stanowiskach pracy wymagających operowania złożonymi programami numerycznymi, umiejętności dostrzegania zarówno zjawisk i procesów fizycznych (jak też biologicznych, ekonomicznych czy socjologicznych), umiejętności matematycznego opisu procesów, ich algorytmizacji, modelowania i przeprowadzania symulacji. Absolwenci mogliby znaleźć zatrudnienie nie tylko w placówkach badawczych, ale również w stale informatyzującej się gospodarce (np. banki, giełda, instytucje centralne, firmy ubezpieczeniowe, etc.).
- umiejętnością samodzielnego doksztalcania się.

Absolwent powinien posiadać umiejętność:

- zdefiniowania i rozumienia podstawowych zagadnień nanotechnologii,
- dostrzegania zarówno zjawisk i procesów fizycznych jak też ekonomicznych,
- pozyskiwania i opracowywania danych empirycznych a w tym zwłaszcza dużych rekordów danych,
- umiejętność wizualizacji danych i ich interpretacji,
- modelowania matematycznego i algorytmizowania oraz modelowania numerycznego i komputerowego
- umiejętność projektowania i prowadzenia symulacji komputerowych oraz porównywania uzyskanych wyników teoretycznych z empirycznymi,

- pracy w zespołach interdyscyplinarnych.

NiChNM: Absolwent ścieżki *Nanotechnologie i Charakteryzacja Nowych Materiałów* będzie charakteryzować się:

- umiejętnością projektowania i wykonania syntez nanostruktur – wykorzystywania w tym celu literatury naukowej i technicznej
- umiejętnością doboru odpowiednich metod do badania właściwości fizykochemicznych, na przykład lepkości, hydrofobowości, wielkość cząstek, właściwości optycznych, składu i rozkład składników w próbce materiału oraz umiejętność przeprowadzenia odpowiednich pomiarów
- umiejętność korzystania z literatury naukowej i technicznej oraz ciągłego dokształcania się w zakresie nowych rozwiązań technicznych

Absolwent powinien posiadać umiejętność:

- rozumienia podstawowych metod technologii i nanotechnologii materiałów,
- znajomości podstawowych metod charakteryzacji nanomateriałów
- twórczego podejścia do zagadnienia nowych nanomateriałów, zarówno pod względem technologii ich otrzymywania, jak i modyfikowania ich właściwości,
- pracy w zespołach interdyscyplinarnych

Możliwe miejsca zatrudnienia:

- instytuty badawcze i badawczo rozwojowe;
- firmy produkujące nanomateriały, materiały elektroniczne, kosmetyki, środki czyszczące i ochronne, firmy farmaceutyczne;
- laboratoria badawczo-rozwojowe oraz laboratoria kontroli jakości wykorzystujące różnorodne metody spektroskopowe

PLAN STUDIÓW

Studia II stopnia na makrokierunku „**Inżynieria nanostruktur**” odbywają się w ramach trzech ścieżek kształcenia: **Fotonika (Photonics)**, **Modelowanie Nanostruktur i Nowych Materiałów (MONASTR)** (*Modeling of Nanostructures and Novel Materials*), **Nanotechnologie i Charakteryzacja Nowych Materiałów (NiChNM)** (*Nanotechnologies and the Characterization of Novel Materials*). Studenci mają do wyboru zajęcia profilowane na zdobycie specjalistycznego wykształcenia związanego z nanotechnologiami, zagadnieniami będącymi aktualnymi problemami naukowymi i realizacji programu studiów II stopnia we współpracy z grupami badawczymi.

Po pierwszym semestrze II etapu studiów, studenci mogą wybrać ścieżkę kształcenia. W tym celu muszą udać się do opiekuna danej ścieżki, który przedstawi możliwości wykonywania prac magisterskich oraz ich opiekunów. Opiekun będzie ustalał z każdym studentem indywidualny program studiów w zakresie wybieranych przedmiotów.

Preferowany profil kandydata dla ścieżki **Fotonika**: zainteresowanie technologią, charakteryzacją i badaniami w zakresie materiałów tworzonych na potrzeby fotoniki oraz konstrukcją i badaniami przyrządów fonicznych.

Preferowany profil kandydata dla ścieżki **Modelowanie Nanostruktur i Nowych Materiałów (MONASTR)**: zainteresowanie modelowaniem komputerowym i wieloskalowymi symulacjami komputerowymi dotyczącymi nanostruktur i nowych materiałów.

Preferowany profil kandydata dla ścieżki *Nanotechnologie i Charakteryzacja Nowych Materiałów (NiChNM)*: zainteresowanie wytwarzaniem i charakteryzacją nanostruktur i nowych materiałów.

Oznaczenia bloków:

FCH Fizyka i Chemia Ogólna

SPE Przedmioty specjalistyczne

MGR Pracownia wraz z pracą magisterską

PRA praktyki

SEM Seminaria magisterskie

MON Wykłady monograficzne

OGN Przedmioty ogólnouniwersyteckie

W ramach zajęć ogólnouniwersyteckich należy koniecznie uzyskać co najmniej 5 ECTS z obszaru nauk humanistycznych i społecznych.

Semestr I

Nazwa przedmiotu	Kod USOS	godz.	wykład	ćwiczenia	laborat.	punkty ECTS	Forma zaliczenia
Advanced Quantum Mechanics for Nanotechnology lub Spektroskopia molekularna z elementami chemii teoretycznej FCH		60	30	30		6	Egzamin
Fizyka statystyczna A lub Fizyka statystyczna B lub Analiza Numeryczna do wyboru (lista N) FCH		60	30	30		6	egzamin
Fizyka nanostruktur do wyboru (lista nr 1) SPE		60 / 75				6	Egzamin
Zaawansowana pracownia inżynierii nanostruktur cz. I lub Advanced Laboratory for Nanostructure Engineering part 1 SPE	1100-4INZ14 1100-4INZ14 EN	45			45	4	Zaliczenie na ocenę
Analiza instrumentalna i spektroskopia molekularna laboratorium FCH		45			45	4	Zaliczenie na ocenę
Analiza instrumentalna i spektroskopia molekularna wykład FCH		30	30			3	egzamin
Własność intelektualna i przedsiębiorczość OGN		30	30			1	zaliczenie na ocenę

SUMA:		330 / 345				30	
--------------	--	----------------------	--	--	--	-----------	--

Semestr II

Nazwa przedmiotu	Kod USOS	godz.	wykład	ćwiczenia	laborat.	punkty ECTS	Forma zaliczenia
Zaawansowana pracownia inżynierii nanostruktur cz. II SPE		60			60	6	Zaliczenie na ocenę
Fizyka materii skondensowanej II FCH		90	45	45		9	Egzamin
Przedmioty specjalistyczne do wyboru (lista nr 2) SPE		120				12	Według listy nr 2
Zajęcia ogólnouniwersyteckie OGN		30	30			3	Egzamin
SUMA:		300				30	

Semestr III

Nazwa przedmiotu	Kod w USOS	godz.	wykład	ćwiczenia	laborat.	punkty ECTS	forma zaliczenia
Wykłady monograficzne (*) (lista nr 3) MON		30				3	Według listy nr 3
Proseminarium magisterskie I (wspólne) SEM		30				2	Zaliczenie na ocenę
Pracownia specjalizacyjna do wyboru SPE		180			180	13	Zaliczenie na ocenę
Zajęcia ogólnouniwersyteckie OGN		30	30			3	Egzamin
Przedmioty specjalistyczne do wyboru (lista nr 2) SPE		60	60			6	Według listy nr 2
Praktyki zawodowe (70-90 h)	1100-4PRAKIN					3	zaliczenie
SUMA:		330				30	

(*) lub jeden wykład monograficzny 30h

Semestr IV

Nazwa przedmiotu	Kod USOS	godz.	wykład	ćwiczenia	laborat.	punkty ECTS	forma zaliczenia
Pracownia magisterska wraz z pracą magisterską MGR		210			210	20	Zaliczenie na ocenę
Wykład monograficzny (*) (lista nr 3) MON		15	15			1,5	Egzamin
Wykład monograficzny (*) (lista nr 3) MON		15	15			1,5	Egzamin
Proseminarium magisterskie II (wspólne, B2+ (angielski w fizyce)) SEM		30				3	Zaliczenie na ocenę
Seminarium specjalistyczne (lista nr 4) SEM		60				4	Zaliczenie na ocenę
SUMA:		330				30	

(*) lub 1 wykład monograficzny 30h

Lista N. (Analiza Numeryczna do wyboru)

Nazwa przedmiotu	godz.	wykład	ćwiczenia	laborat.	punkty ECTS	Forma zaliczenia
Programowanie i metody numeryczne (2 rok st. I stopnia IN)	75	30	45		6	Egzamin
Modelowanie nanostruktur (2 rok st. I stopnia IN) - tylko dla tych, którzy nie zaliczyli tego wykładu na studiach I stopnia	75	30	45		6	Egzamin
Narzędzia obliczeniowe w analizie danych eksperymentalnych fizyki materii skondensowanej (warsztaty)	60		60		6	Egzamin
Inne przedmioty numeryczne z oferty UW lub PW, PAN zatwierdzone przez opiekuna specjalności po uzgodnieniu z Dziekanem						

Lista 1 (Fizyka nanostruktur do wyboru). Przedmioty do wyboru na I semestrze (lista będzie uaktualniana raz na rok). W nawiasach podano sugerowane ścieżki.

Nazwa przedmiotu	Godz.	wykład	ćwiczenia	Lab.	punkty ECTS	Forma zaliczenia
Wybrane aspekty nanotechnologii (wszystkie)	75	45	30		6	Egzamin
Fizyka materii skondensowanej IN, podstawy (wszystkie)	75	45	30		6	Egzamin
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki (wszystkie)	60	30	30		6	Egzamin

Lista 2 (Wykłady specjalistyczne do wyboru). Przedmioty do wyboru na II semestrze (lista będzie uaktualniana raz na rok). W nawiasach podano sugerowane ścieżki.

Nazwa przedmiotu	Godz.	wykład	ćwiczenia	Lab.	punkty ECTS	Forma zaliczenia
"Physico-chemistry of planar nano-materials" FCH	30	30			3	Egzamin
Fizyka nanostruktur półprzewodnikowych (wszystkie)	30	30			3	Egzamin
Nanostruktury chemiczne i biologiczne (<i>Fotonika,</i> <i>NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Podstawy fotoniki (<i>Fotonika</i>)	60	30	30		6	Egzamin
Współczesna synteza organiczna (<i>Fotonika, NiChNM</i>)	105	45		60	10,5	Egzamin
Modelowanie Nanostruktur i Materiałów (<i>MONASTR</i>)	90	45	45		9	Zaliczenie na ocenę
Computer Simulations in Soft Matter Physics (<i>MONASTR</i>)	30	30			3	Egzamin
Wstęp do modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych (<i>MONASTR</i>)	60	30	30		6	Zaliczenie na ocenę
Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie (<i>MONASTR</i>)	60	60			6	Egzamin
Metody modelowania molekularnego (<i>MONASTR,</i> <i>NiChNM</i>)	60	60			6	Egzamin

Metody obliczeniowe mikro- optyki i fotoniki I (<i>Fotonika,</i> <i>MONASTR</i>)	60	30	30		6	Egzamin
Metody obliczeniowe mikro- optyki i fotoniki II (<i>Fotonika,</i> <i>MONASTR</i>)	60	30	30		6	Zaliczenie na ocenę
Fizykochemiczne Metody Badania i Obróbki Nanostruktur (<i>NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Optyka fourierowska (<i>Fotonika</i>)	60	30	30		5	Egzamin
Podstawy nanooptyki, (<i>Fotonika, NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Podstawy nanochemii (<i>NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Podstawy optyki molekularnej, nieliniowa spektroskopia nanostruktur (<i>NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Optyczne przetwarzanie informacji (<i>Fotonika</i>)	60	30	30		6	Egzamin
Kwantowe podstawy nanoelektroniki (<i>wszystkie</i>)	30	30			3,5	Egzamin
Technologia i strukturyzacja materiałów półprzewodnikowych	30	30			3,5	Egzamin
Optyka instrumentalna (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			2,5	Egzamin
Wstęp do fizyki magnetyzmu (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			2,5	Egzamin
Between magnetism and superconductivity (<i>MONASTR,</i> <i>NiChNM</i>)	30	30			2,5	Egzamin
Diluted Magnetic Semiconductors (<i>MONASTR,</i> <i>NiChNM</i>)	30	30			2,5	Egzamin
Symetrie w półprzewodnikach (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Electronic Properties of Solids and Defects (<i>MONASTR,</i> <i>NiChNM</i>)	30	30			2,5	Egzamin

Physical Foundations of Nanotechnology - Nanospintronics Physical Foundations of Nanotechnology - Quantum Transport in Nanostructures (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Najnowsze odkrycia fizyki materii skondensowanej (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin
Teoria ciała stałego (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	60	60			4	Egzamin
Optics and quantum information (co dwa lata) (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			2,5	Egzamin
Proseminarium fizyki półprzewodników	30				3	Zaliczenie na ocenę
Struktura i dynamika sieci fazy skondensowanej (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			3	Egzamin

Lista 3 (Wykłady monograficzne do wyboru). Wykłady monograficzne. Lista wykładów monograficznych na dany rok akademicki będzie ogłaszana każdego roku przed otwarciem zapisów w systemie USOS. Poniższa lista zawiera przykładowe tematy wykładów monograficznych.

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Physico-chemistry of planar nanomaterials (<i>NiChNM</i>)	30			3	Egzamin
Ciała amorficzne (<i>NiChNM</i>)	15			1,5	Egzamin
Spektroskopia fotoelektronów rentgenowskich i jej zastosowanie do badań nanostruktur (<i>NiChNM</i>)	15			1,5	Egzamin
Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna w zastosowaniu do badania nowych materiałów i nanostruktur (<i>NiChNM</i>)	15			1,5	Egzamin
Optyczne własności półprzewodników (<i>NiChNM</i>)	30			3	Egzamin
Technologia i strukturyzacja materiałów półprzewodnikowych (<i>NiChNM</i>)	30			3	Egzamin
Computer Simulations in Condensed Matter (<i>MONASTR</i>)	30			3	Egzamin

Zamiast jednego z wykładów monograficznych student może wybrać Laboratorium Fizyki Teoretycznej	30	15		4	Egzamin
Fizyka przyrządów półprzewodnikowych (<i>NiChNM</i>)	30			3	Egzamin
Metody jądrowe fizyki ciała stałego (<i>NiChNM</i>)	30	30		6	Egzamin
Plazmonika (<i>Fotonika</i>)	30			3	Egzamin
Fizyka nanostruktur półprzewodnikowych (<i>NiChNM</i>)	30			3	Egzamin
1102-677 Physical Foundations of Nanotechnology – Quantum Transport in Nanostructures (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30		3	Egzamin
Physical Foundations of Nanotechnology – Nanospintronics (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30			3	Egzamin
Fizyka materii skondensowanej i struktur półprzewodnikowych z ćwiczeniami (<i>NiChNM</i>)	30	30		6	Egzamin
Nanomateriały węglowe: struktura, właściwości, aplikacje (<i>NiChNM</i>)	15			1,5	Egzamin
Wybrane problemy bionanotechnologii: białka i kwasy nukleinowe jako elementy budulcowe urządzeń molekularnych (<i>NiChNM</i>)	15			1,5	Egzamin
Wprowadzenie do współczesnych technik litograficznych (<i>NiChNM</i>)	15			1,5	Egzamin
Hybrydowe nanostruktury bio-nieorganiczne (<i>NiChNM</i>)	15			1,5	Egzamin

Lista 4. Seminaria specjalistyczne na IV semestrze (lista będzie uaktualniana raz na rok)

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	konwersatorium	punkty ECTS	forma zaliczenia
Seminarium „Inżynieria kwantowa” (<i>Fotonika, NiChNM</i>)			30	2	Zaliczenie na ocenę

Seminarium „Teoria i modelowanie nanostruktur” (<i>MONASTR</i>)			30	2	Zaliczenie na ocenę
Seminarium „Fizyka materii skondensowanej” (<i>Fotonika, NiChNM</i>)			30	2	Zaliczenie na ocenę
Seminarium „Seminarium fotoniki” (2 semestry) (<i>Fotonika</i>)			30	2	Zaliczenie na ocenę
Seminarium „Nowe kierunki rozwoju nanotechnologii” (<i>NiChNM</i>)			30	2	Zaliczenie na ocenę
Seminaria w innych instytutach Wydziału Fizyki, lub innych instytucjach zgodnie z rekomendacją osoby zaliczającej Warsztaty fizyki teoretycznej, wszystkie specjalności			30	2	Zaliczenie na ocenę

W ramach ścieżki **Fotonika** wymagane jest zaliczenie wszystkich przedmiotów wspólnych dla specjalności „Inżynieria Nanostruktur” oraz następujących przedmiotów specyficznych dla ścieżki **Fotonika**:

Optyka fourierowska, sem 2
 Metody obliczeniowe mikrooptyki i fotoniki I, sem 2
 Metody obliczeniowe mikrooptyki i fotoniki II, sem 3
 Optyczne przetwarzanie informacji, sem 3
 Podstawy nanooptyki, lub Podstawy fotoniki sem. 2
 Proseminarium fotoniki, sem 2
 Seminarium fotoniki, sem. dowolny
 Elementy fotoniki w optyce informacyjnej, sem. 3
 Kryształy i światłowody fotoniczne, sem. 3
 Plazmonika, sem 2 lub 4
 Wykłady monograficzne z listy

W ramach ścieżki **MONASTR** wymagane jest zaliczenie wszystkich przedmiotów wspólnych dla specjalności „Inżynieria Nanostruktur” oraz następujących przedmiotów specyficznych dla ścieżki **MONASTR**:

Warsztaty z modelowania nanostruktur (180h), w ramach *Pracowni Specjalistycznej* na III semestrze
 Wykład Modelowanie Nanostruktur i Materiałów (45h + 45h ćwiczeń) na II semestrze
 60h wykładów z poniższej listy
 1100-4INZ21 Modelling of nanostructures and materials (sem. zimowy)
 1102-675 Computer Simulations in Soft Matter Physics (sem. letni)
 1101-518 Wstęp do modelowania matematycznego i komputerowego
 w naukach przyrodniczych
 1101-524 Modelowanie matematyczne procesów w biologii i medycynie
 1101-520 Metody modelowania molekularnego
 1103-605-1 Metody obliczeniowe mikro-optyki i fotoniki I
 1103-605-2 Metody obliczeniowe mikro-optyki i fotoniki II
 60h wykładów monograficznych wybranych z listy specjalności IN, oraz po uzgodnieniu z koordynatorem ścieżki spośród wykładów na Wydziale Fizyki oraz Wydziale Chemii UW

30h seminarium specjalistycznego wybranego z listy specjalności IN, oraz po uzgodnieniu z koordynatorem ścieżki spośród wykładów na Wydziale Fizyki oraz Wydziale Chemii UW
 60h wykładów wybranych z listy specjalności IN, oraz po uzgodnieniu z koordynatorem ścieżki spośród wykładów na Wydziale Fizyki oraz Wydziale Chemii UW

W ramach ścieżki **NiChNM** wymagane jest zaliczenie wszystkich przedmiotów wspólnych dla specjalności „Inżynieria Nanostruktur” oraz następujących przedmiotów specyficznych dla ścieżki **NiChNM**:

Współczesna synteza organiczna (105h) sem.II

Fizyka nanostruktur półprzewodnikowych (30h) lub Nanostruktury chemiczne i biologiczne (30h) sem.II

Fizykochemiczne Metody Badania i Obróbki Nanostruktur (30h) sem.III

30h wykładów specjalistycznych do wyboru na liście nr 1. sem.III

60h wykładów monograficznych wybranych z listy nr 2 specjalności IN, oraz po uzgodnieniu z koordynatorem ścieżki spośród wykładów na Wydziale Fizyki oraz Wydziale Chemii UW sem.III i IV seminarium specjalistyczne na IV semestrze (lista 3) po uzgodnieniu z kierownikiem pracy magisterskiej.

Odniesienie efektów kierunkowych do efektów obszarowych

nazwa kierunku studiów: Inżynieria nanostruktur		
poziom kształcenia: studia II stopnia		
profil kształcenia: ogólnoakademicki		
efekt kierunkowy		efekt obszarowy
Wiedza		
K_W01	posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie fizyki i chemii, a także zna jej historyczny rozwój i znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości	X2A_W01
K_W02	posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki i metod matematycznych; potrafi budować modele matematyczne, a także samodzielnie odtworzyć podstawowe twierdzenia i prawa oraz ich dowody	X2A_W02 X2A_W03 X2A_W04
K_W03	zna zaawansowane techniki numeryczne, obliczeniowe i informatyczne	X2A_W03 X2A_W04
K_W04	zna zaawansowane techniki doświadczalne i obserwacyjne; jest zaznajomiony z działaniem aparatury naukowej, badawczej oraz częściowo aparatury przemysłowej wykorzystywanej w inżynierii nanostruktur	X2A_W03 X2A_W05
K_W05	posiada pogłębioną wiedzę z fizyki i chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur	X2A_W01
K_W06	posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w dziedzinie fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur	X2A_W06
K_W07	zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w obszarze fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur	X2A_W07
K_W08	ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną	X2A_W08
K_W09	zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowych	X2A_W09
K_W10	zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur	X2A_W10
Umiejętności		

K_U01	potrafi zaplanować i wykonać obserwacje, doświadczenia, i obliczenia z zakresu fizyki, chemii oraz dotyczące nanotechnologii i inżynierii nanostruktur	X2A_U01
K_U02	potrafi krytycznie ocenić wyniki doświadczeń i obliczeń teoretycznych oraz przeprowadzić analizę ich dokładności	X2A_U02
K_U03	potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach; zna podstawowe czasopisma naukowe dotyczące fizyki, chemii, nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur	X2A_U03
K_U04	umie zastosować zdobytą wiedzę, umiejętności oraz metodykę fizyki i chemii do rozwiązywania problemów z dziedzin pokrewnych	X2A_U04
K_U05	potrafi przedstawić wiedzę, wyniki badań i odkrycia naukowe w sposób jasny i systematyczny trafnie rozpoznając i uwypuklając najważniejsze aspekty rozważanego zagadnienia oraz prezentując przyjętą metodologię a także omawiając znaczenie uzyskanych wyników na tle innych podobnych badań	X2A_U05
K_U06	potrafi skutecznie komunikować się ze specjalistami oraz niespecjalistami w zakresie fizyki, chemii, nanotechnologii i inżynierii nanostruktur oraz dziedzin pokrewnych, nawiązując dyskusję naukową lub przyczyniając się do popularyzacji wiedzy	X2A_U06
K_U07	umie samodzielnie uczyć się oraz określić kierunki swego dalszego kształcenia	X2A_U07
K_U08	posiada umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych, w tym plakatu, opisu, artykułu oraz średniozaawansowanej rozprawy naukowej z zakresu fizyki, chemii, nanotechnologii i inżynierii nanostruktur oraz dziedzin pokrewnych, w języku polskim i angielskim, z zastosowaniem komputerowych narzędzi składania tekstu oraz graficznej wizualizacji wyników	X2A_U05 X2A_U08
K_U09	posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych, w tym seminarium oraz referatu konferencyjnego z zakresu fizyki, chemii, nanotechnologii i inżynierii nanostruktur oraz dziedzin pokrewnych, w języku polskim i angielskim, z zastosowaniem komputerowych technik prezentacji multimedialnej	X2A_U09
K_U10	ma umiejętności językowe na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, ze szczególnym uwzględnieniem terminologii fizycznej, chemicznej oraz stosowanej w nanotechnologii oraz inżynierii nanostruktur	X2A_U10
Kompetencje społeczne		
K_K01	rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	X2A_K01
K_K02	potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	X2A_K02
K_K03	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	X2A_K03
K_K04	prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga związane z wykonywaniem zawodu dylematy, zarówno natury merytorycznej, jak i metodycznej, organizacyjnej oraz etycznej	X2A_K04
K_K05	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z literaturą naukową i popularnonaukową w celu pogłębiania i poszerzania wiedzy; jest świadomy zagrożeń przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł, w tym z Internetu	X2A_K05
K_K06	ma świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji; rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związaną z tym odpowiedzialność	X2A_K06
K_K07	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	X2A_K07