

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 kierunku „**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 kierunku „**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 trakcie studiów II stopnia **student** kierunku Inżynieria Nanostruktur **ma obowiązek zaliczyć:**

(a) przedmioty nie związane z kierunkiem studiów (**ogólnouniwersyteckie**) w wysokości **nie mniejszej niż 6 ECTS** (sumaryczna liczba punktów w rozliczeniu 2 lat studiów), w tym przedmioty ogólnouniwersyteckie z **obszarów nauk humanistycznych i społecznych** za minimum 5 ECTS;

(b) jeden semestr **WF-u** za 1 ECTS;

(c) przedmioty związane z zespołowym projektem w wysokości nie mniejszej niż 5 ECTS.

Warunkiem zaliczenia etapu studiów (tj. roku studiów) **jest spełnienie wszystkich wymagań przewidzianych planem studiów danego etapu, zdobycie co najmniej 60 punktów ECTS rocznie oraz spełnienie szczegółowych wymagań związanych z danymi przedmiotami.** Liczba punktów konieczna do zaliczenia semestru wynosi co najmniej 27 ECTS (nie dotyczy IV semestru), podział zajęć pomiędzy dwa semestry w roku może być nierówny.

Zespołowe projekty studenckie można wykonywać w ramach:

A. zaliczenia zwykłego przedmiotu (wykonanie projektu może być składową uwzględnianą przy zaliczeniu: wykładu, ćwiczeń, proseminarium, pracowni), np.

a. wykonanie projektu (modelowanie) w trakcie ćwiczeń komputerowych do zajęć "Modeling of nanostructures and materials" [1100-4INZ21] oraz zademonstrowanie wyników na seminarium "Teoria i modelowanie nanostruktur"

b. wykonanie projektu zespołowego w ramach zaawansowanej pracowni inżynierii nanostruktur i zespołowa prezentacja wyników w ramach wybranego proseminarium.

B. dedykowanego, oddzielnego przedmiotu o roboczej nazwie "Studenckie projekty zespołowe".

W przypadku realizacji projektu w ramach dedykowanego przedmiotu (B) student zapisuje się na ten przedmiot i otrzymuje za jego zaliczenie określoną dla tego przedmiotu pulę ECTS.

W przypadku realizacji projektu w ramach zaliczenia zwykłego przedmiotu (A) student nie dostaje dodatkowych punktów ECTS. Dziekanat uwzględnia określoną przez opiekuna projektu liczbę punktów ECTS jako zaliczonych przez studenta w ramach zespołowego projektu. Fakt zaliczenia zgłasza Dziekanatowi opiekun projektu.

Opis projektu powinien być udostępniony publicznie przed zaliczeniem projektu. Dotyczy to również wyników projektu w formie elektronicznej (programy komputerowe, filmy itp.). W wyjątkowych, uzasadnionych przypadkach publiczne udostępnienie może nastąpić po zaliczeniu (np. dopiero po złożeniu wniosku patentowego).

Informację o rozpoczęciu i zakończeniu projektu opiekun zgłasza Dziekanatowi (na adres studfiz@fuw.edu.pl). Zgłoszenie o zakończeniu projektu powinno zawierać tytuł projektu oraz adres strony internetowej, na której zamieszczono imiona i nazwiska uczestników projektu, opis projektu i jego wyniki. Pracownik Dziekanatu zamieszcza odpowiednią informację na dedykowanej podstronie wydziałowej witryny: tytuł, uczestników projektu wraz z opiekunem, przesłany adres internetowy, gdzie znajdują się opis i wyniki projektu.

Elementem zaliczenia jest publiczna prezentacja i obrona wyników projektu na dedykowanym seminarium projektów studenckich (15 min. referowania wyników, 5 min. odpierania odpowiadania na pytania słuchaczy).

W ustalaniu końcowych ocen biorą udział wszyscy uczestnicy projektu, ostateczną decyzję podejmuje opiekun. Warunkiem uzyskania pozytywnej oceny jest wyraźne określenie wkładu osoby ocenianej w wynik końcowy.

Semestr I

Nazwa przedmiotu	W	Ć	S	L	Wr	Pr	punkty ECTS	razem liczba godzin	forma zaliczenia	blok przedm.	pr./obs.
Advanced Quantum Mechanics for Nanotechnology lub Spektroskopia molekularna z elementami chemii teoretycznej	30	30		30			6	60	Egzamin	FCH	B/Ś
Fizyka statystyczna A lub Fizyka statystyczna B lub Statistical Physics A	30	30					6	60	Egzamin	FCH	B/Ś
Analiza Numeryczna do wyboru (lista N)	60						6	60	zaliczenie na ocenę	NUM	B/Ś
Zaawansowana pracownia inżynierii nanostruktur cz. I lub Advanced Laboratory for Nanostructure Engineering part 1				45			4	45	zaliczenie na ocenę	SPE	B/Ś
Analiza instrumentalna i spektroskopia molekularna laboratorium				45			4	45	zaliczenie na ocenę	FCH	B/Ś
Analiza instrumentalna i spektroskopia molekularna wykład	30						3	30	Egzamin	FCH	B/Ś
Własność intelektualna i przedsiębiorczość	30						1	30	Zaliczenie na ocenę	WIP	

Legenda: W- wykład; Ć – ćwiczenia; K – konwersatorium; S – seminarium; Wr – warsztaty; L- laboratorium; Pr – praktyki; pr. – zajęcia przygotowujące do badań dla profilu ogólnoakademickiego (B) lub praktycznego (P); ob. – odniesienie przedmiotu do obszarowych efektów kształcenia: H- obszar nauk humanistycznych; S- obszar nauk społecznych; P - obszar nauk przyrodniczych; T - obszar nauk technicznych; Ś - obszar nauk ścisłych; R - obszar nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych; M - obszar nauk medycznych i nauk o zdrowiu oraz nauk o kulturze fizycznej; Sz - obszar sztuki

Łączna liczba godzin: 330

Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 330

Łączna liczba punktów ECTS: 30

Semestr II

W trakcie studiów II stopnia **student** kierunku Inżynieria Nanostruktur **ma obowiązek zaliczyć:**

(a) przedmioty nie związane z kierunkiem studiów (**ogólnouniwersyteckie**) w wysokości **nie mniejszej niż 6 ECTS** (sumaryczna liczba punktów w rozliczeniu 2 lat studiów), w tym przedmioty ogólnouniwersyteckie z **obszarów nauk humanistycznych i społecznych** za minimum 5 ECTS;

(b) jeden semestr **WF-u** za 1 ECTS;

(c) przedmioty związane z zespołowym projektem w wysokości nie mniejszej niż 5 ECTS.

Warunkiem zaliczenia etapu studiów (tj. roku studiów) **jest spełnienie wszystkich wymagań przewidzianych planem studiów danego etapu, zdobycie, co najmniej 60 punktów ECTS rocznie**

oraz spełnienie szczegółowych wymagań związanych z danymi przedmiotami. Liczba punktów konieczna do zaliczenia semestru wynosi co najmniej 27 ECTS (nie dotyczy IV semestru), podział zajęć pomiędzy dwa semestry w roku może być nierówny.

Nazwa przedmiotu	W	Ć	S	L	Wr	Pr	punkty ECTS	razem liczba godzin	forma zaliczenia	blok przedm.	pr./obs.
Zaawansowana pracownia inżynierii nanostruktur cz. II				60			6	60	Zaliczenie na ocenę	SPE	B/Ś
Fizyka materii skondensowanej i struktur półprzewodnikowych	30	30					6	60	egzamin	FCH	B/Ś
Low-dimensional systems and nanostructures lub Wybrane aspekty nanotechnologii	45	30					6	75	Egzamin	FCH	B/Ś
Przedmioty specjalistyczne lub wykłady monograficzne do wyboru (lista nr 1)	90						9	90	Według listy nr 1	SPE	B/Ś

Legenda: W- wykład; Ć – ćwiczenia; K – konwersatorium; S – seminarium; Wr – warsztaty; L- laboratorium; Pr – praktyki; pr. – zajęcia przygotowujące do badań dla profilu ogólniakademickiego (B) lub praktycznego (P); ob. – odniesienie przedmiotu do obszarowych efektów kształcenia: H- obszar nauk humanistycznych; S- obszar nauk społecznych; P - obszar nauk przyrodniczych; T - obszar nauk technicznych; Ś - obszar nauk ścisłych; R - obszar nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych; M - obszar nauk medycznych i nauk o zdrowiu oraz nauk o kulturze fizycznej; Sz - obszar sztuki

Łączna liczba godzin: 285

Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 285

Łączna liczba punktów ECTS: 27

Semestr III

W trakcie studiów II stopnia **student** kierunku Inżynieria Nanostruktur **ma obowiązek zaliczyć:**

- przedmioty nie związane z kierunkiem studiów (**ogólnouniwersyteckie**) w wysokości **nie mniejszej niż 6 ECTS** (sumaryczna liczba punktów w rozliczeniu 2 lat studiów), w tym przedmioty ogólnouniwersyteckie z **obszarów nauk humanistycznych i społecznych** za minimum 5 ECTS;
- jeden semestr **WF-u** za 1 ECTS;
- przedmioty związane z zespołowym projektem w wysokości nie mniejszej niż 5 ECTS.

Warunkiem zaliczenia etapu studiów (tj. roku studiów) **jest spełnienie wszystkich wymagań przewidzianych planem studiów danego etapu, zdobycie co najmniej 60 punktów ECTS rocznie oraz spełnienie szczegółowych wymagań związanych z danymi przedmiotami.** Liczba punktów konieczna do zaliczenia semestru wynosi co najmniej 27 ECTS (nie dotyczy IV semestru), podział zajęć pomiędzy dwa semestry w roku może być nierówny.

Nazwa przedmiotu	W	Ć	S	L	Wr	Pr	punkty ECTS	razem liczba godzin	forma zaliczenia	blok przedm.	pr./obs.
Praktyki zawodowe (70-90 h)						70/90	3	70/90	zaliczenie	PRA	B/Ś
Pracownia specjalizacyjna do wyboru				120			12	120	Zaliczenie na ocenę	SPE	B/Ś
Przedmioty specjalistyczne lub wykłady monograficzne do wyboru (lista nr 2)	90						9	90	Według listy nr 2	SPE	B/Ś

Proseminarium magisterskie wspólne IN + FMSiNP			30				2	30	Zaliczenie na ocenę	SEM	B/Ś
--	--	--	----	--	--	--	---	----	---------------------	-----	-----

Legenda: W- wykład; Ć – ćwiczenia; K – konwersatorium; S – seminarium; Wr – warsztaty; L- laboratorium; Pr – praktyki; pr. – zajęcia przygotowujące do badań dla profilu ogólnoakademickiego (B) lub praktycznego (P); ob. – odniesienie przedmiotu do obszarowych efektów kształcenia: H- obszar nauk humanistycznych; S- obszar nauk społecznych; P - obszar nauk przyrodniczych; T - obszar nauk technicznych; Ś - obszar nauk ścisłych; R - obszar nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych; M - obszar nauk medycznych i nauk o zdrowiu oraz nauk o kulturze fizycznej; Sz - obszar sztuki
 Łączna liczba godzin: 270 plus praktyki
 Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 270
 Łączna liczba punktów ECTS: 26

Semestr IV

W trakcie studiów II stopnia **student** kierunku Inżynieria Nanostruktur **ma obowiązek zaliczyć:**
 (a) przedmioty nie związane z kierunkiem studiów (**ogólnouniwersyteckie**) w wysokości **nie mniejszej niż 6 ECTS** (sumaryczna liczba punktów w rozliczeniu 2 lat studiów), w tym przedmioty ogólnouniwersyteckie z **obszarów nauk humanistycznych i społecznych** za minimum 5 ECTS;
 (b) jeden semestr **WF-u** za 1 ECTS;
 (c) przedmioty związane z zespołowym projektem w wysokości nie mniejszej niż 5 ECTS.

Warunkiem zaliczenia etapu studiów (tj. roku studiów) **jest spełnienie wszystkich wymagań przewidzianych planem studiów danego etapu, zdobycie co najmniej 60 punktów ECTS rocznie oraz spełnienie szczegółowych wymagań związanych z danymi przedmiotami.** Liczba punktów konieczna do zaliczenia semestru wynosi co najmniej 27 ECTS (nie dotyczy IV semestru), podział zajęć pomiędzy dwa semestry w roku może być nierówny.

Nazwa przedmiotu	W	Ć	S	L	Wr	Pr	punkty ECTS	razem liczba godzin	forma zaliczenia	blok przedm.	pr./obs.
Pracownia magisterska wraz z pracą magisterską				240			20	240	Zaliczenie	MGR	B/Ś
Przedmioty specjalistyczne lub wykłady monograficzne do wyboru (lista nr 1)			30				3	30	Według listy nr 1	SPE	B/Ś
Proseminarium magisterskie II (wspólne, B2+ (angielski w fizyce))			30				3	30	Zaliczenie na ocenę	SEM	B/Ś
Seminarium specjalistyczne (lista nr 4)			60				4	60	Zaliczenie na ocenę	SEM	B/Ś

Legenda: W- wykład; Ć – ćwiczenia; K – konwersatorium; S – seminarium; Wr – warsztaty; L- laboratorium; Pr – praktyki; pr. – zajęcia przygotowujące do badań dla profilu ogólnoakademickiego (B) lub praktycznego (P); ob. – odniesienie przedmiotu do obszarowych efektów kształcenia: H- obszar nauk humanistycznych; S- obszar nauk społecznych; P - obszar nauk przyrodniczych; T - obszar nauk technicznych; Ś - obszar nauk ścisłych; R - obszar nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych; M - obszar nauk medycznych i nauk o zdrowiu oraz nauk o kulturze fizycznej; Sz - obszar sztuki
 Łączna liczba godzin: 360
 Łączna liczba godzin z udziałem prowadzącego zajęcia i studentów: 360
 Łączna liczba punktów ECTS: 30

Lista N. (Analiza Numeryczna do wyboru)

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

Lista 1 (Przedmioty specjalistyczne i wykłady monograficzne do wyboru). Przedmioty do wyboru na II i IV semestrze (lista będzie uaktualniana raz na rok). W nawiasach podano sugerowane ścieżki.

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	Lab.	Sem.	punkty ECTS	godz	Forma zaliczenia
Białka i kwasy nukleinowe jako elementy budulcowe urządzeń molekularnych (<i>NiChNM</i>)	15				1,5	15	Egzamin
Diluted Magnetic Semiconductors (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30				3	30	Egzamin
Fizyka nanostruktur półprzewodnikowych (<i>NiChNM</i>)	30				3	30	Egzamin
Kwantowe podstawy elektroniki (<i>NiChNM</i>)	30				3	30	Egzamin
Metody jądrowe fizyki ciała stałego (<i>NiChNM</i>)	30	30			6	60	Egzamin
Metody obliczeniowe mikrooptyki i fotoniki (<i>Fotonika, MONASTR</i>)	30	45			8	60	Egzamin
Modeling of nanostructures and materials (<i>MONASTR, inne</i>)	45	45			9	90	Zaliczenie na ocenę
	45				4,5	45	
Nanostruktury węglowe (<i>NiChNM</i>)	15				1,5	15	Egzamin
Nowe materiały: otrzymywanie, właściwości i zastosowania (<i>wszystkie</i>)	30				3	30	Egzamin
Optyka instrumentalna (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30				3	30	Egzamin

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	Lab.	Sem.	punkty ECTS	godz	Forma zaliczenia
Physical Foundations of Nanotechnology – Nanospintronics (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30				3	30	Egzamin
Proseminarium fotoniki (<i>fotonika</i>)				30	3	30	zaliczenie na ocenę
Proseminarium fizyki półprzewodników (<i>MONASTR</i>)				30	3	30	zaliczenie na ocenę
Teoria ciała stałego (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30			6	60	Egzamin
Współczesna synteza organiczna (<i>Fotonika, NiChNM</i>)	45		60		10,5	105	Egzamin
Wstęp do fizyki magnetyzmu (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30				2,5	30	Egzamin
Zastosowanie SEM i EDS w analizie chemicznej (<i>NiChNM</i>)	15				1,5	15	Egzamin
Laboratorium Fizyki Teoretycznej (<i>MONASTR, NiChNM</i>)			30		3	30	Egzamin
<i>Studenckie projekty zespołowe</i>					5	60	Zaliczenie na ocenę
Inne wykłady specjalistyczne lub monograficzne z oferty UW zatwierdzone przez opiekuna kierunku po uzgodnieniu z Dziekanem					Zgodnie z USOS		Egzamin lub zaliczenie na ocenę

Lista 2 (Przedmioty specjalistyczne i wykłady monograficzne do wyboru). Przedmioty do wyboru na III semestrze (lista będzie uaktualniana raz na rok). W nawiasach podano sugerowane ścieżki.

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	Lab.	punkty ECTS		Forma zaliczenia
Laboratorium Fizyki Teoretycznej (<i>MONASTR, NiChNM</i>)			30	3	30	Egzamin
Metody jądrowe w fizyce ciała stałego	30			3	30	Egzamin
Modelowanie molekularne (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	15		30	4,5	45	Egzamin
Najnowsze odkrycia fizyki materii skondensowanej (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30			3	30	Egzamin
Optyczne własności półprzewodników (<i>NiChNM</i>)	30			3	30	Egzamin
Phenomenology of High-Tc superconductors (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30			3	30	Egzamin

Nazwa przedmiotu	wykład	ćwiczenia	Lab.	punkty ECTS		Forma zaliczenia
Physical Foundations of Nanotechnology - Quantum Transport in Nanostructures (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30			3	30	Egzamin
Physico-chemistry of planar nano-materials (<i>wszystkie</i>)	30			3	30	Egzamin
Technologia i strukturyzacja materiałów półprzewodnikowych (<i>NiChNM</i>)	30			3	30	Egzamin
Współczesne metody doświadczalne fizyki materii skondensowanej i optyki (<i>wszystkie</i>)	30	30		6	60	Egzamin
Struktura i dynamika sieci fazy skondensowanej (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30	30		6	30	Egzamin
Optics and quantum information (co dwa lata) (<i>MONASTR, NiChNM</i>)	30			3	30	Egzamin
Plazmonika (<i>Fotonika</i>)	30			3	30	Egzamin
<i>Studenckie projekty zespołowe</i>				5		Zaliczenie na ocenę
Inne wykłady specjalistyczne lub monograficzne z oferty UW zatwierdzone przez opiekuna kierunku po uzgodnieniu z Dziekanem				Zgodnie z USOS		Egzamin lub zaliczenie na ocenę

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
Seminarium fizyki półprzewodników (<i>NiChNM</i>)			30	2	Zaliczenie na ocenę
Seminarium fizyki ciała stałego (<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 ścieżki			30	2	Zaliczenie na ocenę
--	--	--	----	---	---------------------

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 warunków 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	X2A_U05

	rozważanego zagadnienia oraz prezentując przyjętą metodologię a także omawiając znaczenie uzyskanych wyników na tle innych podobnych badań	
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