



Politechnika Łódzka

Program studiów

Wydział:	Wydział Chemiczny
Kierunek:	Nanotechnologia
Poziom kształcenia:	studia drugiego stopnia (magister)
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	2026/27

Spis treści

Informacje podstawowe	3
Efekty uczenia się (w odniesieniu do PRK)	4
Matryca modułów zajęć w odniesieniu do efektów uczenia się i treści programowych	5
ECTS - przedmioty	9
Wskaźniki ECTS	10
Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się	11
Praktyki zawodowe	12
Charakterystyka kierunku	13
Plan studiów	16

Informacje podstawowe

Nazwa kierunku studiów:	Nanotechnologia
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia (magister)
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Forma studiów:	studia stacjonarne
Czas trwania studiów (liczba semestrów):	3
Liczba ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90
Łączna liczba godzin zajęć:	1150
Liczba punktów ECTS jaką student uzyskuje w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	46
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister
Kod ISCED:	0531
Język studiów:	polski

Przyporządkowanie kierunku do dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia się

Dyscyplina	Udział procentowy
Nauki chemiczne	100%

Efekty uczenia się (w odniesieniu do PRK)

Lp.	Kod efektu uczenia się	Treść efektu uczenia się	Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
1	2NAN1	Ma pogłębioną wiedzę, w tym wiedzę szczegółową o nanomateriałach, nanonauce i nanotechnologii, ich podstawach fizycznych, chemicznych i biologicznych oraz zna ich znaczenie, zastosowania i kierunki rozwoju, w tym w kontekście fundamentalnych dylematów współczesnej cywilizacji.	P7U_W	P7S_WG, P7S_WK
2	2NAN2	Posiada uporządkowaną i pogłębioną wiedzę o metodach otrzymywania i właściwościach nanomateriałów.	P7U_W	P7S_WG
3	2NAN3	Posiada pogłębioną wiedzę o zaawansowanych technikach badawczych stosowanych w nanonauce i nanotechnologii, rozumie ich teoretyczne podstawy, zakres zastosowań oraz ograniczenia, znaczenie dla rozwoju nowych technologii i innowacji.	P7U_W	P7S_WG
4	2NAN4	Zna i rozumie pojęcia oraz regulacje dotyczące ochrony własności intelektualnej, prawa autorskiego i przemysłowego, a także ekonomiczne i etyczne uwarunkowania działalności zawodowej, w tym podstawowe zasady tworzenia i funkcjonowania przedsiębiorstw.	P7U_W	P7S_WK
5	2NAN5	Potrafi formułować i weryfikować hipotezy oraz innowacyjnie rozwiązywać złożone problemy z zakresu nanonauki i nanotechnologii, wykorzystując krytyczną analizę dostępnych informacji, dobierając lub opracowując metody i narzędzia badawcze, planując i realizując eksperymenty oraz interpretując wynik i formułując wnioski.	P7U_U	P7S_UW
6	2NAN6	Potrafi analizować dane wielowymiarowe, stosować narzędzia informatyczne do interpretacji wyników badań.	P7U_U	P7S_UW
7	2NAN7	Komunikuje się z różnymi grupami odbiorców w obszarze nanonauki i nanotechnologii; posługuje się językiem obcym na poziomie B2+ oraz specjalistyczną terminologią, uczestniczy w debacie.	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK
8	2NAN8	Potrafi skutecznie współpracować w zespole, przyjmując różne role, w tym kierownicze, oraz budować środowisko sprzyjające realizacji wspólnych celów oraz ciągłemu doskonaleniu się.	P7U_U	P7S_UO, P7S_UU
9	2NAN9	Jest gotów do uznania znaczenia wiedzy, w tym eksperckiej, w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych w nanotechnologii i dziedzinach pokrewnych, krytycznej oceny posiadanych informacji oraz odbieranych treści.	P7U_K	P7S_KK
10	2NAN10	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działań na rzecz środowiska społecznego, inicjowania przedsięwzięć w interesie publicznym oraz myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, z uwzględnieniem zasad etyki, zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialności zawodowej w obszarze nanotechnologii i dziedzin pokrewnych.	P7U_K	P7S_KO, P7S_KR

Matryca modułów zajęć w odniesieniu do efektów uczenia się i treści programowych

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	2NAN1	2NAN2	2NAN3	2NAN4	2NAN5	2NAN6	2NAN7	2NAN8	2NAN9	2NAN10
1	Struktura i powierzchnia nanomateriałów	Cele i zadania analizy strukturalnej ciał stałych, rodzaje metod badawczych, pobieranie i przechowywanie próbek nanomateriałów, definicja kryształu, symetria, układy krystalograficzne, grupy punktowe i przestrzenne, charakterystyka promieniowania rentgenowskiego, geometria dyfrakcji, czynniki struktury, podstawy analizy Fouriera i topologia gęstości elektronowej, metody polikrystaliczne, dyfraktometri, podstawy mikroskopii skaningowej i transmisyjnej oraz fluorescencyjna analiza powierzchni. Analiza próbek nanomateriałów: rentgenograficzna analiza monokryształów i polikryształów, skaningowa mikroskopia elektronowa z mapowaniem fluorescencyjnym, spektrometria TOF-SIMS i ICP-MS z ablacją laserową.										
2	Nanomateriały dla medycyny	Definicja i zakres nanomedycyny, skala wielkości układów biologicznych i jej powiązanie z nanomateriałami, oddziaływanie nanostruktur z biocząsteczkami, komórkami i tkankami, rodzaje nanomateriałów medycznych, ich struktura, synteza, właściwości i zastosowania, w tym szczególna rola polimerów jako nośników leków i układów terapeutycznych, biernych i reagujących na bodźce, sterowanych z zewnątrz oraz zdolnych do selektywnego gromadzenia się w tkankach, a także terapia genowa z wykorzystaniem wektorów wirusowych i polimerowych oraz badania nad sztucznymi krwinkami. Nanocząstki magnetyczne w diagnostyce i terapii, nanożele i dendrymery, sensory, testy, materiały makroskopowe o nanostrukturze, nanoinżynieria polimerów, nanowarstwy, mikroczipy, imprinting molekularny, inżynieria tkankowa, metody badania nanomateriałów, toksyczność i zagrożenia, przyszłość nanomedycyny obejmująca nanourządzenia i nanoroboty. Zastosowanie spektroskopii molekularnej i technik laserowych (NMR, EPR, IR, UV, Raman, SERS, CARS), teoria grup w analizie widm, radiacyjna synteza nanocząstek metali, badania radiolizy srebra i bimetalicznych agregatów, właściwości albuminy (HSA) jako nośnika leków, metody spektroskopowe do analizy interakcji lek-białko i DNA-interkalator, fotochemia i procesy emisyjne. Normy i standardy dotyczące biogodności i sterylizacji biomateriałów i wyrobów medycznych										
3	Właściwości fizykochemiczne nanomateriałów	Projektowanie różnych klas nanomateriałów do zastosowań w medycynie, elektronice, optoelektronice, biologii, przemyśle spożywczym, ochronie środowiska i jako materiały konstrukcyjne, z uwzględnieniem ich właściwości, funkcji i roli w systemach takich jak nośniki leków, elementy elektroniczne, materiały opakowaniowe, biosensory. Analiza technicznych i ekonomicznych uwarunkowań wytwarzania i stosowania nanomateriałów, ocena problemów zdrowotnych i środowiskowych oraz metod utylizacji odpadów. Realizacja projektów w oparciu o metody Case Study i Problem/Project Based Learning, z wykorzystaniem baz danych, zasad opisu bibliograficznego i narzędzi do zarządzania literaturą, obejmujących trzy główne tematy: nanomateriały polimerowe, nanomateriały hybrydowe i nanomateriały w elektrooptyce.										
4	Technologie otrzymywania nanomateriałów polimerowych	Technologie wytwarzania nanomateriałów polimerowych, ich właściwości i zastosowania, omówienie nowoczesnych nanotechnologii polimerowych, kompozytów, samokompozytów i nanokompozytów, aspekty proekologiczne i toksyczność nanocząstek. Najważniejsze aplikacje nanotechnologii, wykorzystanie zaawansowanych metod badawczych do weryfikacji właściwości wytworzonych kompozytów. Projektowanie wyrobów opartych na technologiach otrzymywania nanomateriałów polimerowych oraz analiza ich cech funkcjonalnych.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	2NAN1	2NAN2	2NAN3	2NAN4	2NAN5	2NAN6	2NAN7	2NAN8	2NAN9	2NAN10
5	Seminarium przeddyplomowe	Krótką prezentacją ustną poświęconą zadaniom przewidzianym do realizacji w ramach projektu badawczo-rozwojowego, uwzględniająca cele, metody i oczekiwane rezultaty. Prezentacja oparta na analizie problemu, proponowanych rozwiązaniach oraz planie działań w kontekście projektu. Wystąpienie ma charakter podsumowujący i służy ocenie umiejętności komunikacji, argumentacji oraz znajomości zagadnień projektowych.										
6	Ciekłe kryształy	Wprowadzenie do zjawisk mezomorfizmu, budowy i właściwości ciekłych kryształów oraz polimerów ciekłokrystalicznych, ich faz, przejść termotropowych i liotropowych, metod orientacji i analizy strukturalnej. Charakterystyka kompozytów i mieszanin polimerów ciekłokrystalicznych, zjawisk relaksacyjnych, właściwości mechanicznych i optycznych, procesów krystalizacji oraz wpływu pól zewnętrznych na strukturę i morfologię. Omówienie metod badawczych, takich jak rentgenografia i spektroskopia, oraz współczesnych i przyszłych kierunków rozwoju materiałów ciekłokrystalicznych.										
7	Materiały i nanomateriały do zastosowań w drukowanej elektronice organicznej	Technologie wytwarzania cienkich warstw z fazy ciekłej oraz zastosowania nowoczesnych metod drukowania w elektronice organicznej i elastycznej, z uwzględnieniem wymagań dotyczących materiałów i parametrów procesów. Analiza właściwości roztworów i atramentów, ich stabilności, zdolności zwilżania oraz wpływu na jakość i funkcjonalność drukowanych warstw i elementów elektronicznych. Projektowanie składu materiałów, optymalizacja warunków wytwarzania oraz ocena aspektów technicznych, ekonomicznych i środowiskowych procesów.										
8	Normy i standardy technologiczne	Podstawowe pojęcia, cele i zasady normalizacji oraz jej znaczenie w działalności technicznej i gospodarczej, procedury prac normalizacyjnych, dokumenty i terminologia. Krajowe, europejskie i międzynarodowe systemy normalizacyjne, dyrektywy nowego podejścia, normy zharmonizowane, znakowanie wyrobów znakiem CE oraz rola normalizacji zakładowej w systemie zarządzania jakością. Opracowywanie dokumentów normalizacyjnych, w tym projektów norm zakładowych, z uwzględnieniem wymagań jakościowych i prawnych.										
9	Toksykologia nanomateriałów	Podstawowe pojęcia toksykologii nanomateriałów, ich unikalne właściwości oraz mechanizmy toksyczności w porównaniu z materiałami konwencjonalnymi, obejmujące interakcje z komórkami, stres oksydacyjny i wpływ na DNA. Drogi narażenia, biodystrybucja i akumulacja nanomateriałów w organizmach, metody oceny toksyczności z wykorzystaniem badań in vitro, in vivo oraz nowoczesnych technik analitycznych. Regulacje prawne, ocena ryzyka i aspekty etyczne badań, a także projektowanie planów analizy toksykologicznej z uwzględnieniem właściwości fizykochemicznych nanomateriałów.										
10	Formy użytkowe leków i agrochemikaliów	Podstawowe pojęcia dotyczące budowy leków, ich właściwości fizykochemicznych i wpływu na biodostępność oraz skuteczność działania, z uwzględnieniem farmakokinetyki i sposobów podawania. Charakterystyka substancji pomocniczych, procesów jednostkowych w produkcji oraz technologii tradycyjnych i nowoczesnych form użytkowych leków, w tym zagadnień nanotechnologii w formulacji. Zasady projektowania i oceny preparatów farmaceutycznych oraz agrochemikaliów, ich form użytkowych, technik stosowania i wpływu na jakość plonów i środowisko.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	2NAN1	2NAN2	2NAN3	2NAN4	2NAN5	2NAN6	2NAN7	2NAN8	2NAN9	2NAN10
11	Normy i standardy technologiczne - biokompatybilność	Podstawowe pojęcia biokompatybilności, fizjologia komórki i organizmu oraz reakcje biologiczne na biomateriały, w tym rozwój stanu zapalnego i mechanizmy odpowiedzi. Metody badań biologicznych biomateriałów zgodne z normami ISO, obejmujące analizę właściwości fizykochemicznych, testy in vitro i in vivo oraz ocenę bezpieczeństwa. Regulacje prawne, etyczne aspekty stosowania biomateriałów w medycynie oraz przygotowanie projektów badań z uwzględnieniem norm i dyrektyw.										
12	Chemometria	Praktyczne zastosowania metod chemometrycznych w analizie danych eksperymentalnych, z uwzględnieniem podstaw statystyki matematycznej, korelacji i regresji oraz metod klasyfikacji i analizy skupień. Wykorzystanie technik dopasowywania modeli, oceny jakości dopasowania i analizy wielowymiarowej, w tym metody głównych składowych (PCA). Realizacja ćwiczeń z użyciem arkuszy kalkulacyjnych i specjalistycznego oprogramowania, rozwijająca umiejętności interpretacji wyników i stosowania narzędzi analitycznych w chemii.										
13	Polimery w zastosowaniach specjalnych	Polimery o dużej elastyczności. Elastomery specjalne. Termoelastoplasty. Polimery o podwyższonych właściwościach mechanicznych. Polimery adhezyjne i antyadhezyjne. Polimery o dużej odporności temperaturowej. Palność. Odporność chemiczna. Polimery z odnawialnych surowców. Starzenie i degradacja. Właściwości barierowe i izolacyjne. Właściwości optyczne.										
14	Technologia środków barwnych	Podstawowe informacje o barwie, mechanizmach jej odbioru oraz właściwościach barwników i pigmentów, w tym procesach absorpcji i fluorescencji. Charakterystyka substancji barwiących, ich podziału strukturalnego i użytkowego, zastosowań w technologiach optycznych, elektrochromowych i fotochromowych oraz w biologii, medycynie i analityce. Syntezy barwników i pigmentów, przygotowania atramentów oraz ocena właściwości materiałów barwiących w kontekście nowoczesnych technologii.										
15	Research and Development Project	Wykonanie semestralnego projektu badawczego lub badawczo-rozwojowego poza Politechniką Łódzką (uczelnia, instytucja badawcza, firma), związanego tematycznie z kierunkiem studiów.										
16	Społeczne, etyczne i środowiskowe aspekty nauki	Społeczne znaczenie nauki i jej wpływ na rozwój technologii, jakość życia oraz kształtowanie relacji między człowiekiem a środowiskiem. Etyczne aspekty badań naukowych, odpowiedzialność za wyniki i ich zastosowania, w tym zagadnienia praw człowieka, dobrostanu oraz transparentności w procesach badawczych. Analiza wpływu działalności naukowej na środowisko, zrównoważony rozwój i strategie minimalizacji negatywnych skutków technologii.										
17	Praktyczne problemy patentowe i pozyskiwania funduszy	Przygotowanie i analiza zgłoszenia patentowego wybranego wynalazku w kontekście wymagań Urzędu Patentowego RP oraz zasad ochrony własności intelektualnej. Omówienie podstawowych założeń dotyczących funduszy strukturalnych i programów operacyjnych Unii Europejskiej, z uwzględnieniem procedur aplikacyjnych i kryteriów oceny projektów. Opracowanie projektu w celu uzyskania finansowania, analizy aspektów technicznych, ekonomicznych i prawnych oraz prezentacji koncepcji w formie dyskusji.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	2NAN1	2NAN2	2NAN3	2NAN4	2NAN5	2NAN6	2NAN7	2NAN8	2NAN9	2NAN10
18	Język obcy do celów specjalistycznych	Cechy i struktura tekstów naukowych, zasady ich analizy, streszczania i parafrazy, a także prawidłowego cytowania i tworzenia bibliografii z uwzględnieniem problematyki plagiatu. Umiejętności opisywania zjawisk, prezentowania i interpretowania wyników badań w różnych formach, syntezy informacji z wielu źródeł oraz stosowania odpowiedniego rejestru językowego w tekstach i prezentacjach naukowych. Zasady przygotowania i wygłaszania prezentacji, wykorzystania technik sygnalizowania treści, mowy ciała oraz opracowania artykułów naukowych, studiów przypadku i recenzji.										
19	Pracownia dyplomowa	Realizacja samodzielnego projektu o charakterze badawczym lub aplikacyjnym, wymagającą definiowania celów, doboru adekwatnych metod oraz krytycznej analizy uzyskanych wyników w oparciu o aktualny stan wiedzy i zasady rzetelności akademickiej. Zajęcia projektowe kształcą wysokopoziomowe umiejętności planowania, realizacji, dokumentowania i oceny projektu, w tym identyfikowania ryzyka, doboru narzędzi oraz podejmowania odpowiedzialnych decyzji w kontekście specjalistycznych zastosowań nanotechnologii i nanonauki. Seminarium dyplomowe rozwija umiejętność krytycznej interpretacji literatury, formułowania uzasadnionych wniosków oraz profesjonalnej prezentacji postępów projektu, natomiast egzamin kompetencyjny weryfikuje zintegrowaną wiedzę kierunkową, zdolność do rozwiązywania złożonych problemów .										
20	Praca dyplomowa	Samodzielne opracowanie złożonego problemu badawczego lub aplikacyjnego, wymagające krytycznej analizy literatury, właściwego doboru metod, przeprowadzenia pogłębionych badań oraz interpretacji wyników w kontekście aktualnego stanu wiedzy. Proces przygotowania pracy rozwija umiejętności formułowania uzasadnionych wniosków, syntezy zaawansowanych treści naukowych oraz tworzenia spójnego, poprawnego metodologicznie i zgodnego z zasadami rzetelności akademickiej opracowania naukowego. Praca dyplomowa weryfikuje zdolność do samodzielnego rozwiązywania złożonych problemów, integrowania wiedzy kierunkowej, prowadzenia analiz na wysokim poziomie zaawansowania oraz prezentowania wyników.										

ECTS - przedmioty

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
1	Struktura i powierzchnia nanomateriałów	5			5	
2	Nanomateriały dla medycyny	5			5	
3	Właściwości fizykochemiczne nanomateriałów	7			7	
4	Technologie otrzymywania nanomateriałów polimerowych	7			7	
5	Seminarium przeddyplomowe	2				
6	Ciekłe kryształy	2		2	2	
7	Materiały i nanomateriały do zastosowań w drukowanej elektronice organicznej	2		2	2	
8	Normy i standardy technologiczne	2		2	2	
9	Toksykologia nanomateriałów	2		2	2	
10	Formy użytkowe leków i agrochemikaliów	2		2	2	
11	Normy i standardy technologiczne - biokompatybilność	2		2	2	
12	Chemometria	2		2	2	
13	Polimery w zastosowaniach specjalnych	2		2	2	
14	Technologia środków barwnych	2		2	2	
15	Research and Development Project	30		30		30
16	Społeczne, etyczne i środowiskowe aspekty nauki	3	3			
17	Praktyczne problemy patentowe i pozyskiwania funduszy	2	2			
18	Język obcy do celów specjalistycznych	2				
19	Pracownia dyplomowa	3			3	
20	Praca dyplomowa	20		20	20	

Wskaźniki ECTS

Nazwa	Wartość
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia)	54/90 (60%)
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć powiązanych z badaniami prowadzonymi na uczelni w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie	51/90 (56.67%)

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się

Weryfikacja i ocena efektów uczenia się odbywa się w sposób systematyczny, z wykorzystaniem różnorodnych metod dostosowanych do charakteru przedmiotów i zakładanych efektów uczenia się. Stosowane są m.in.:

1. Egzaminy pisemne i ustne - sprawdzające wiedzę teoretyczną, umiejętność analizy i syntezy informacji oraz rozwiązywania problemów;
2. Kolokwia i testy cząstkowe - umożliwiające bieżącą kontrolę postępów w nauce;
3. Ocena projektów i prac laboratoryjnych - weryfikująca umiejętności praktyczne, stosowanie metod badawczych, interpretację wyników oraz pracę zespołową;
4. Prezentacje i seminaria - sprawdzające kompetencje komunikacyjne, umiejętność argumentacji i prezentacji wyników badań;
5. Raporty i sprawozdania - umożliwiające ocenę umiejętności dokumentowania i analizy danych;
6. Egzamin kompetencyjny, praca dyplomowa i jej obrona - umożliwiające kompleksową weryfikację efektów uczenia się, obejmującą wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne;
7. Aktywność w dyskusjach, udział w projektach badawczych - umożliwiające ocenę zaangażowania, samodzielności i zdolności do pracy w grupach.

Sposoby weryfikacji dla poszczególnych przedmiotów opisane są szczegółowo w kartach przedmiotów.

Praktyki zawodowe

Nie dotyczy.

Charakterystyka kierunku

Sylwetka absolwenta

Absolwent kierunku Nanotechnologia na studiach II stopnia posiada pogłębioną, specjalistyczną wiedzę z zakresu chemii, materiałoznawstwa i inżynierii nanomateriałów, obejmującą zarówno strukturę i powierzchnię materiałów, jak i ich właściwości fizykochemiczne, funkcjonalność oraz zastosowania w nowoczesnych technologiach. Rozumie zaawansowane zależności między budową nanostruktur a ich właściwościami oraz potrafi projektować materiały o określonych parametrach i funkcjach. Posiada wysoko rozwinięte umiejętności eksperymentalne, obejmujące syntezę, modyfikację i zaawansowane techniki badania nanomateriałów, w tym polimerowych i hybrydowych. Potrafi planować i prowadzić złożone eksperymenty, projektować procedury laboratoryjne oraz dobierać metody badawcze adekwatne do problemów o charakterze naukowym lub aplikacyjnym. Dysponuje zaawansowanymi kompetencjami analitycznymi, w tym umiejętnością stosowania specjalistycznych metod charakteryzacji nanostruktur, analizy danych wielowymiarowych (chemometria), integracji danych z wielu technik pomiarowych oraz krytycznej oceny wiarygodności, precyzji i ograniczeń uzyskanych wyników. Potrafi formułować wnioski prowadzące zarówno do interpretacji naukowej, jak i rekomendacji technologicznych. Absolwent posiada rozwinięte kompetencje projektowe, obejmujące planowanie i realizację złożonych projektów badawczo-rozwojowych, analizę ryzyka technologicznego, ocenę biokompatybilności i toksyczności nanomateriałów oraz stosowanie norm i standardów regulujących ich wykorzystanie. Potrafi identyfikować problemy technologiczne, proponować innowacyjne rozwiązania oraz oceniać ich opłacalność, bezpieczeństwo i wpływ na środowisko. Dzięki realizacji modułu Research and Development Project, absolwent potrafi samodzielnie prowadzić projekt badawczo-rozwojowy - od sformułowania problemu, poprzez dobór metod i analizę wyników, aż po ocenę potencjału wdrożeniowego oraz przygotowanie dokumentacji projektowej. Posiada kompetencje niezbędne do pracy w zespołach R&D oraz do współpracy z przemysłem na poziomie eksperckim. Rozumie społeczne, etyczne i środowiskowe konsekwencje stosowania nanomateriałów, zna podstawy prawa patentowego i ochrony własności intelektualnej oraz zasady pozyskiwania funduszy na badania i innowacje. Posiada zaawansowane kompetencje komunikacyjne, obejmujące przygotowywanie publikacji, raportów i prezentacji naukowych, także w języku obcym, oraz potrafi współpracować w zespołach interdyscyplinarnych i kierować pracą grupy.

Związek kierunku studiów ze strategią uczelni

Kierunek Nanotechnologia wpisuje się w strategię Politechniki Łódzkiej na lata 2025-2030 (<https://p.lodz.pl/uczelnia/strategia-uczelni>), której istotnym celem jest rozwój modelu kształcenia przygotowującego absolwentów do dynamicznie zmieniających się potrzeb otoczenia społeczno-gospodarczego.

Program kształcenia kierunku Nanotechnologia realizuje następujące cele strategii PŁ:

- Wspieranie prowadzenia badań naukowych rozwiązujących problemy otoczenia społeczno-gospodarczego. Studenci kierunku Nanotechnologia angażowani są w projekty badawcze powiązane z sektorem przemysłowym.
- Rozwijanie oferty mobilności pracowników, doktorantów i studentów PŁ. Studenci kierunku Nanotechnologia i kadra Wydziału Chemicznego PŁ korzystają regularnie z możliwości wyjazdów zagranicznych.
- Rozwój internacjonalizacji w obszarze kształcenia. Wydział Chemiczny oferuje studentom kierunku Nanotechnologia przedmioty i seminaria w języku angielskim. Integralnym elementem programu studiów jest realizacja przedmiotu Research & Development Project, zwykle na uczelni, w instytucji lub firmie zagranicznej. W ramach umowy podpisanej między Politechniką Łódzką a Uniwersytetem w Twente (UT) studenci WCh PŁ mogą uzyskać obu uczelni, wówczas kształcenie obejmuje 4 semestry, w tym jeden zajęć regularnych w UT, program studiów umożliwia także wybór ścieżki w języku angielskim.
- Prowadzenie badań użytecznych, odpowiedzialnych społecznie i środowiskowo, wspierających gospodarkę opartą na wiedzy oraz wspieranie badań o charakterze interdyscyplinarnym poprzez rozwój współpracy między dyscyplinami oraz dziedzinami nauki. Studenci mają możliwość realizacji badań naukowych powiązanych z przemysłem, odpowiadających na potrzeby społeczne i środowiskowe, wspierających gospodarkę opartą na wiedzy. Program studiów na kierunku Nanotechnologia jest konsultowany z Radą Biznesu przy Wydziale Chemicznym, co gwarantuje jego zgodność z wymaganiami rynku pracy.
- Unowocześnianie infrastruktury badawczej oraz rozwój systemu jej racjonalnego wykorzystania. Studenci Wydziału Chemicznego PŁ mają zapewniony dostęp do specjalistycznej aparatury oraz nowoczesnych laboratoriów w gmachu - Alchemium-Magia chemii jutra, hal technologicznych (w I-33) oraz specjalistycznych laboratoriów biomateriałowych i nanomateriałowych (w I-34).
- Realizacja jasnych i sprawiedliwych zasad zatrudniania, wynagradzania oraz awansów zawodowych pracowników z uwzględnieniem tolerancji i polityki równości. Proces rekrutacji pracowników Wydziału Chemicznego PŁ oparty jest na polityce OTM-R - „Otwarty Przejrzysty Merytoryczny Proces Rekrutacji”
- Stałe podnoszenie kompetencji nauczycieli akademickich w zakresie nowoczesnych metod kształcenia, aktualnego stanu wiedzy, rozwoju technologicznego oraz trendów w nauce. Nauczyciele akademicy zaangażowani w prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunku Nanotechnologia aktywnie biorą udział w licznych szkoleniach, podnosząc kwalifikacje m.in. w zakresie nowoczesnych metod kształcenia. Ponadto uczą się nowoczesnych metod kształcenia od specjalistów z zagranicy odwiedzających Wydział Chemiczny, uczestniczą również w prowadzeniu zajęć na uczelniach zagranicznych.

- Doskonalenie oferty dydaktycznej, w tym uzupełniających form kształcenia, w odpowiedzi na wyzwania otoczenia społeczno-gospodarczego. Rada Biznesu przy Wydziale Chemicznym ma realny wpływ na kształt programu kierunku Nanotechnologia, który jest odpowiedzią na wyzwania społeczno-gospodarcze.
- Wzmocnienie procesu zarządzania talentami poprzez indywidualizację ścieżek kształcenia studentów i doktorantów. Uzdolnieni studenci mogą realizować studia w ramach IPS i IOZ oraz uczestniczyć w programach mentoringowych PŁ, takich jak np. E2TOP, Uczelnia Przyszłości.
- Wspieranie rozwoju naukowego studentów i doktorantów z uwzględnieniem interdyscyplinarności i umiędzynarodowienia; oraz Zwiększenie udziału studentów w pracach badawczych prowadzonych w uczelni oraz intensyfikacja zdobywania przez studentów doświadczeń praktycznych poza uczelnią. Studenci mają możliwość udziału w projektach badawczych o charakterze interdyscyplinarnym - np. łączących zagadnienia chemii, biologii, medycyny, materiałoznawstwa. Mogą także uczestniczyć w wyjazdach zagranicznych i programach wymiany - Erasmus+, stażach w zagranicznych laboratoriach. Studenci są także współautorami publikacji naukowych o zasięgu międzynarodowym.

Podsumowując dzięki wdrożeniu powyższych inicjatyw kierunek Nanotechnologia wpisuje się w strategię Politechniki Łódzkiej, oferując studentom najwyższy poziom kształcenia i przygotowanie do wymagań rynku pracy.

Cele kształcenia oraz możliwości zatrudniania i kontynuacji studiów

Celem kształcenia na kierunku Nanotechnologia (studia II stopnia) jest przygotowanie absolwenta do samodzielnego prowadzenia zaawansowanych prac badawczych, projektowych i wdrożeniowych w obszarze nanomateriałów oraz technologii opartych na zjawiskach zachodzących w skali nano. Program studiów umożliwia zdobycie pogłębionej wiedzy, specjalistycznych umiejętności oraz kompetencji społecznych niezbędnych do pracy w nowoczesnych sektorach gospodarki i nauki.

Cele kształcenia są realizowane poprzez rozwijanie:

- pogłębionej i zaawansowanej wiedzy kierunkowej z zakresu struktury, właściwości powierzchni i właściwości fizyko-chemicznych nanomateriałów, ich zastosowań w medycynie, elektronice drukowanej, technologiach polimerowych oraz materiałach funkcjonalnych,
- umiejętności projektowania i prowadzenia złożonych eksperymentów, obejmujących syntezę, modyfikację i zaawansowane techniki badania nanomateriałów, a także przygotowanie próbek i ocenę ich właściwości,
- kompetencji analitycznych na poziomie zaawansowanym, w tym stosowania metod charakterystyki nanostruktur, analizy danych wielowymiarowych z wykorzystaniem chemometrii oraz krytycznej interpretacji wyników badań,
- umiejętności projektowych, obejmujących planowanie i realizację projektów B+R, ocenę ryzyka technologicznego oraz stosowanie norm i standardów technologicznych,
- kompetencji w zakresie innowacji i wdrożeń, rozwijanych m.in. poprzez realizację modułu Research and Development Project, przygotowującego do pracy w zespołach R&D oraz współpracy z przemysłem,
- świadomości społecznej, etycznej i środowiskowej, obejmującej odpowiedzialne stosowanie nanomateriałów, ocenę ich wpływu na zdrowie i środowisko oraz znajomość aspektów prawnych, patentowych i finansowania badań,
- kompetencji komunikacyjnych i językowych, umożliwiających przygotowywanie dokumentacji projektowej, raportów naukowych, prezentacji oraz komunikację specjalistyczną w języku obcym,
- gotowości do samodzielnego uczenia się i rozwoju zawodowego, w tym przygotowania do podjęcia studiów doktoranckich oraz pracy w środowisku wymagającym kreatywności, innowacyjności i interdyscyplinarnego podejścia.

Absolwent jest przygotowany do pracy w: laboratoriach badawczych i przemysłowych, działach R&D przedsiębiorstw technologicznych, chemicznych, biotechnologicznych, farmaceutycznych, jednostkach certyfikujących i kontrolnych, sektorach rozwijających zaawansowane technologie, w tym medyczne i środowiskowe, startupach technologicznych oraz firmach wdrażających innowacje materiałowe. Jest również przygotowany do podjęcia studiów doktoranckich oraz dalszego rozwoju zawodowego w ramach uczenia się przez całe życie.

Opis przebiegu i wyniku konsultacji proponowanego programu studiów z otoczeniem społeczno-gospodarczym

Program studiów II stopnia w zakresie nanotechnologii rozwija zaawansowaną współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym poprzez realizację projektów badawczo-rozwojowych, konsultacje eksperckie oraz wdrożeniowe formy współdziałania z przedsiębiorstwami, laboratoriami specjalistycznymi i instytucjami sektora publicznego. Studenci angażują się w zadania o charakterze aplikacyjnym, wykonywane często w bezpośredniej kooperacji z partnerami zewnętrznymi, co pozwala im stosować zaawansowane narzędzia, analizować realne problemy technologiczne oraz oceniać ich wpływ społeczny, gospodarczy i środowiskowy. Kontakty z praktyką zawodową umożliwiają rozwijanie kompetencji projektowych, badawczych i menedżerskich, a także sprzyjają transferowi wiedzy i innowacji oraz przygotowaniu do samodzielnego działania w dynamicznym otoczeniu społeczno-gospodarczym.

Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia

Zgodnie z Uchwałą rekrutacyjną.

Jednostka organizująca kształcenie

Wydział Chemiczny

Plan studiów

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Struktura i powierzchnia nanomateriałów	Zajęcia projektowe: 35 Wykład: 20	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Nanomateriały dla medycyny	Zajęcia projektowe: 35 Wykład: 20	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Właściwości fizykochemiczne nanomateriałów	Zajęcia projektowe: 65	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Technologie otrzymywania nanomateriałów polimerowych	Zajęcia projektowe: 40 Wykład: 25	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Seminarium przeddyplomowe	Seminarium: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Przedmioty obieralne 1		4	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 2 przedmioty z grupy				
Ciekłe kryształy	Zajęcia laboratoryjne: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Materiały i nanomateriały do zastosowań w drukowanej elektronice organicznej	Zajęcia projektowe: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Normy i standardy technologiczne	Zajęcia projektowe: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Toksykologia nanomateriałów	Zajęcia projektowe: 25 Wykład: 5	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Formy użytkowe leków i agrochemikaliów	Seminarium: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Normy i standardy technologiczne - biokompatybilność	Zajęcia projektowe: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Chemometria	Zajęcia laboratoryjne: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Polimery w zastosowaniach specjalnych	Zajęcia laboratoryjne: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Technologia środków barwnych	Zajęcia laboratoryjne: 20 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Suma	315	30		

Semestr 2

Wykonanie semestralnego projektu badawczego lub badawczo-rozwojowego poza Politechniką Łódzką (uczelnia, instytucja badawcza, firma), związanego tematycznie z kierunkiem studiów

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Research and Development Project	Suma godzin kontaktowych: 350	30	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Suma	350	30		

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Społeczne, etyczne i środowiskowe aspekty nauki	Seminarium: 30 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Praktyczne problemy patentowe i pozyskiwania funduszy	Zajęcia projektowe: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Język obcy do celów specjalistycznych	Ćwiczenia: 45	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Pracownia dyplomowa	Seminarium: 15 Zajęcia projektowe: 50	3	Zaliczenie na ocenę + egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Praca dyplomowa	Praca dyplomowa: 0	20	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Suma	185	30		