

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2025-2027

(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Materiały w nanotechnologii
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia drugiego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	I rok, 1 semestr
Rodzaj przedmiotu	podstawowy
Język wykładowy	polski
Koordinator	Dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr Michał Marchewka Dr inż. Ewa Bobko

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
1	15			15				15 (projekt)	3

1.2. Sposób realizacji zajęć

☒ zajęcia w formie tradycyjnej

☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

Wykład- zaliczenie bez oceny,

Laboratorium- zaliczenie z oceną,

Zajęcia projektowe- zaliczenie z oceną.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Podstawowa wiedza z zakresu nauki o materiałach, materiałów inżynierskich i nanotechnologii

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zdobycie wiedzy na temat różnych typów materiałów nanotechnologicznych takimi jak nanorurki węglowe, nanocząstki metaliczne, nanokompozyty, nanomateriały półprzewodnikowe i inne.
C ₂	Zapoznanie studentów z technologią wytwarzania i charakterystykami mechanicznymi i fizyko-chemicznymi nanomateriałów i nanokompozytów.
C ₃	Poznanie zastosowań materiałów nanotechnologicznych w różnych dziedzinach, takich jak elektronika, medycyna, energia, ochrona środowiska, technologie kosmiczne czy inżynieria materiałowa.
C ₄	Celem zajęć laboratoryjnych są umiejętności – badania własności strukturalnych materiałów nanokompozytowych za pomocą takich narzędzi jak mikroskopy sił atomowych (AFM), elektronowe mikroskopy skaningowe (SEM) itp.; umiejętności wyboru nanomateriałów według ich własności dla konkretnych zadań inżynierskich.
C ₅	Zapoznanie studentów z potencjalnymi konsekwencjami związanymi z rozwojem i zastosowaniem nanotechnologii, takimi jak ryzyko toksyczności, zagrożenia dla zdrowia i środowiska, a także kwestiami etycznymi i społecznymi.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_o1	Zna i rozumie w pogłębionym zakresie wiedzę na temat wybranych zagadnień metod matematycznych, fizyki kwantowej i fizyki ciała stałego, niezbędnych do zrozumienia i ilościowego opisu zjawisk oraz procesów technologicznych w zakresie nanotechnologii; Zna i rozumie rozszerzone i pogłębione zagadnienia z zakresu: budowy materii, metodyki badań struktury i właściwości fizycznych nanomateriałów i nanokompozytów oraz zastosowania w technologii wytwarzania nanomateriałów i nanokompozytów; Posiada pogłębioną wiedzę na temat aktualnych trendów rozwoju nanotechnologii oraz zdolność do identyfikacji powiązań między innymi dziedzinami nauki a nanotechnologią. Rozumie kluczowe wyzwania związane z rozwojem cywilizacyjnym, jakie niesie za sobą rozwój	K_Wo1 K_Wo2 K_Wo6

	nowych materiałów na poziomie nanometrycznym, włączając w to kwestie zrównoważonego rozwoju, etyki oraz potencjalne implikacje społeczne i środowiskowe.	
EK_o2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat technik i metod oceny właściwości fizycznych i mechanicznych materiałów na poziomie nanometrycznym. Posiada głęboką wiedzę na temat zasad funkcjonowania i eksploatacji aparatury, urządzeń i systemów wykorzystujących zaawansowane technologie wytwarzania nanomateriałów; Zna i rozumie w pogłębionym zakresie zaawansowane metody, techniki i procesy wytwarzania oraz przetwarzania materiałów na poziomie nanotechnologicznym. Posiada wiedzę dotyczącą modyfikowania powierzchni nanomateriałów w celu uzyskania pożądanych właściwości. Potrafi efektywnie rozwiązywać złożone zadania inżynierskie związane z nanotechnologią.	K_Wo7 K_Wo8
EK_o3	Ma zdolność do komunikowania się za pomocą różnorodnych narzędzi informacyjno-komunikacyjnych w kontekście nanotechnologii, włączając w to umiejętność posługiwania się językiem obcym. Potrafi prowadzić dyskusje na tematy specjalistyczne związane z materiałami w nanotechnologii ; Posiada umiejętność organizacji oraz przeprowadzania badań struktury i właściwości fizycznych nanomateriałów i nanokompozytów. Potrafi interpretować wyniki badań, wyciągać wnioski oraz łączyć z jego właściwościami; Ma umiejętność wyboru odpowiednich urządzeń, technik, metod i materiałów dostosowanych do zastosowań nanotechnologicznych.	K_Uo2 K_Uo5 K_Uo6
EK_o4	Posiada umiejętność wykorzystania poznanych metod eksperymentalnych do analizy i rozwiązywania podstawowych problemów związanych z nanotechnologią. Potrafi stosować podejście systemowe w praktyce inżynierskiej związanej z nanomateriałami; Potrafi zaplanować i zaprojektować proces technologiczny związany z nanotechnologią, korzystając z odpowiednich technik, metod i narzędzi. Ma umiejętność planowania prac i kierowania zespołem w celu osiągnięcia zamierzonego celu w dziedzinie nanotechnologii; Ma umiejętność przeprowadzenia krytycznej analizy istniejących rozwiązań technologicznych związanych z nanotechnologią. Potrafi ocenić przydatność i możliwość	K_Uo7 K_U10 K_U11

	zastosowania nowych osiągnięć naukowych w rozwoju nanomateriałów.	
EK_05	Jest gotów do przekazywania społeczeństwu, m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji o korzystnych jak i niekorzystnych aspektach działalności związanej z nanotechnologią i nanomateriałami, potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	K_Ko5

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Osobliwości nanostruktury. Definicje nanomateriałów, nanoobiektów i nanokompozytów. Klasyfikacja nanostruktur i nanokompozytów. Zależność własności materiałów od rozmiaru nanocząstki – reguły ogólne. Nanokompozyty i nanokomponenty: projektowanie, syntezywanie i aplikacje.
Metody wytwarzania nanomateriałów i nanokompozytów, metody „top-down” i „bottom-up”, techniki litograficzne, epitaksja z wiązek molekularnych MBE, metody chemiczne, metoda zol-żel, metody fizykochemiczne, metody fizyczne, metody biologiczne. Inżynieria powierzchni nanomateriałów: modyfikacje chemiczne i fizyczne
Metody i techniki pomiarowe stosowane w badaniach właściwości nanomateriałów i nanokompozytów
Węglowe nanomateriały. Fulereny, rurki węglowe. Grafen. Własności fizyczne grafenu. Własności mechaniczne. Perspektywy wdrożenia w przemyśle lotniczym.
Ceramiki. Struktura ceramiki, własności mechaniczne i fizyko-chemiczne. Wykorzystanie ceramiki w pokryciach ochronnych.
Nanotechnologie w zaawansowanych zastosowaniach biomedycznych. Implanty z nanokompozytów. Nanomateriały w implantach chirurgicznych. BioczuJNIki.
Nanomateriały w przemyśle: innowacje, produkcja masowa i wyzwania technologiczne
Bezpieczeństwo i regulacje w nanotechnologii: ryzyko, etyka i przepisy prawne

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Zapoznanie się z zasadami BHP obowiązującymi w pracowni oraz regulaminem ćwiczeń
Badania mikroskopowe topografii powierzchni struktur
Obrazowanie struktury materiałów z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej
Badania powierzchni struktur za pomocą mikroskopu sił atomowych
Badania nanostruktur za pomocą skaningowego mikroskopu tunelowego
Analiza chropowatości materiałów półprzewodnikowych za pomocą profilometru
Wytwarzanie cienkich warstw za pomocą napyłarki próżniowej

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Wykorzystanie nanotechnologii w nowoczesnych materiałach inżynierskich
Bezpieczeństwo i toksyczność w nanotechnologii
Charakteryzacja strukturalna materiałów półprzewodnikowych za pomocą różnych technik badawczych

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, analiza i interpretacja uzyskanych wyników

Zajęcia projektowe: praca w grupach, wykonanie projektów

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	Kolokwium, Sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab., Zaj. proj.
EK_02	Kolokwium, Sprawozdanie, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab., Zaj. proj.
EK_03	Kolokwium, Sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab., Zaj. proj.
EK_04	Kolokwium, Sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab., Zaj. proj.
EK_05	Obserwacja w trakcie zajęć	Lab., Zaj. proj.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie przeprowadzenia zajęć. Końcowa ocena będzie odzwierciedleniem stopnia osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się będzie przez przygotowane prace pisemne, kolokwium, udział w dyskusji. Sprawdzenie efektów dla zajęć bez udziału nauczyciela odbywać się będzie poprzez ocenę przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych, właściwe przygotowanie sprawozdań. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Wykład: zaliczenie bez oceny

Warunkiem zaliczenia wykładu jest zaliczenie kolokwium końcowego.

Laboratorium: zaliczenie z oceną

Warunkiem zaliczenia jest: uzyskanie oceny z wiedzy i przygotowania merytorycznego do ćwiczeń, zaliczenie sprawozdań z ćwiczeń. Ocena końcowa jest średnią z ocen częściowych.

Zajęcia projektowe: zaliczenie z oceną

Warunkiem zaliczenia jest: uzyskanie pozytywnej oceny z przygotowanych projektów. Ocena końcowa jest średnią z ocen częściowych.

Stosowana skala oceniania:

dst. (51-60)% pkt.

+dst (61-70)% pkt.

db (71-80)% pkt.

+db (81-90)% pkt.

bdb (91-100)% pkt.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	37
SUMA GODZIN	85
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	3

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. A. Barbacki, Mikroskopia elektronowa, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2005

2. L. Cademartiri, G.A. Ozin, Nanochemia. Podstawowe koncepcje. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2012.
3. R. Howland, L. Benatar, STM/AFM Mikroskopy ze skanującą sondą. Elementy teorii i praktyki, WIM PW, Warszawa 2002
4. R.W.Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, tlm.pol. pod red. K. Kurzydłowskiego, PWN, 2008.
5. K. Kurzydłowski, Nanomateriały inżynierskie. R Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2015.
6. A. Zieliński, Nanotechnologia w medycynie i kosmetologii Red.. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2018.

Literatura uzupełniająca:

1. DEKKER ENCYCLOPEDIA OF NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY, ED. CRISTIANA CONTESCU, V. 1-6, 2008, CRC PRESS DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.1201/NOE0849396397](https://doi.org/10.1201/NOE0849396397)
1. C. R. Martin: Nanomaterials: A membrane-based synthetic approach, Science 266, 1961–1966 (2011) – udostępnia prowadzący
2. Nano Science and Technology: Novel Structures and Phenomena” ed. Z. Tang and P. Sheng, Taylor & Francis 2003
3. Nanoparticles: From Theory to Application” ed. G. Schmid Wiley-VCH 2004 – udostępnia prowadzący
4. J. Szuber, Powierzchniowe metody badawcze w nanotechnologii półprzewodnikowej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2002
5. K. Żelechowska, Nanotechnologia w praktyce. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016
6. A.S. Hamd., M.A. Barhoum, Fundamentals of Nanoparticles. Classifications, Synthesis, Methods, Properties and Characterizations. Elsevier, Amsterdam 2018
7. J.J. Ramsden, Nanotechnology. An Introduction. Elsevier, Amsterdam 2015
8. M. Sneha, S.C. Cluwelan, K. Nandakumar, T. Sabu, Characterization of Nanomaterials. Advanced and Key Technologies. Elsevier, Amsterdam 2018
9. B. Zhang, Physical Fundamentals of Nanomaterials. Elsevier, Amsterdam 2018
10. Inne, zgodne z tematyką artykuły w czasopismach naukowych

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej