

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2024/2026
(skrajne daty)
Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Zaawansowane metody badań materiałów
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	kierunkowy do wyboru
Język wykładowy	polski
Koordinator	Dr inż. Małgorzata Trzyna-Sowa
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr inż. Małgorzata Trzyna-Sowa

* -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 (projekt)	Liczba pkt. ECTS
3	15			15				15 (projekt)	5

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 – egzamin,

Laboratorium – zaliczenie z oceną,

Zajęcia projektowe – zaliczenie z oceną.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość fizyki ogólnej, fizyki ciała stałego i mikroelektroniki

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

3.1 Cele przedmiotu

C1	W wielu dziedzinach nauki i przemysłu bardzo często jest wymagana informacja o składzie pierwiastków i strukturze krystalicznej i elektronowej warstwy wierzchniej materiału o grubości od kilku do kilkaset nanometrów. Dlatego metody, które dają taką informację, a są to przede wszystkim spektroskopia elektronowa i jonowa powierzchni, są teraz jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin fizyki. Niewątpliwie początkowo rozwój tych metod był powiązany z zastosowaniem metod spektroskopii elektronowej i jonowej w mikroelektronice i nanotechnologii, ale w ostatnich latach te metody znajdują coraz szersze zastosowanie od kontroli procesów w przemyśle chemicznym, np. do pomiarów skażeń ekosfery – monitoringu środowiska i badań artefaktów archeologicznych. Podstawowym celem przedmiotu „Zaawansowane metody badań materiałów” jest dostarczenie podstawowej wiedzy o współczesnych rozwiązaniach w tej dziedzinie, które są nie tylko jakościowo nowym rozwinięciem technologii mikroelektroniki klasycznej, ale i rozszerzeniem jej na całkiem inne klasy obiektów – w pierwszej kolejności głównie na biomateriały. Kluczowym zadaniem współczesnej inżynierii jest nie tylko wytworzenie nowych urządzeń, ale także określenie i kontrola ich parametrów. W związku z tym przyszli specjaliści powinni posiadać wiedzę z zakresu technologii, jak również metod diagnostyki.
----	--

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Student rozumie cele zastosowania nowoczesnych metod analizy materiałów. Student ma wiedzę o metodach badania powierzchni i struktury materiałów, wykorzystujących wiązkę elektronów, neutronów, fotonów i jonów. Ma podstawową wiedzę o profilometrach i metodach mikroskopowych wykorzystujących skanowanie sondą mechaniczną oraz wiedzę o metodach badania właściwości mechanicznych z zastosowaniem nanoindentacji.	K_W01
EK_02	Zna i rozumie rozszerzone i pogłębione zagadnienia z zakresu: budowy materii, zjawisk fizycznych w materiałach decydujących o doborze metody badawczej.	K_W02
EK_03	Posiada wiedzę na temat rozwoju i zastosowania nowoczesnych technologii i metod badawczych z zakresu nanotechnologii. Potrafi dokonać doboru odpowiedniej metody badawczej. Posiada wiedzę z zakresu interpretacji danych pomiarowych popularnych metod (m.in. SIMS, XPS, Spektroskopii Ramana, mikroskopii elektronowej).	K_W06 K_W07

EK_04	Student posiada wiedzę na temat zasady działania metod badawczych oraz struktury materiałów stosowanych w przemyśle. Rozumie ideę badań powierzchni. Student ma wiedzę o metodach mikroskopowych wykorzystujących skanowanie sondą mechaniczną. Student ma wiedzę o metodach badania powierzchni i struktury materiałów, wykorzystujących wiązkę elektronów, neutronów, fotonów i jonów. . Potrafi zaplanować eksperyment oraz opracować i przedstawić wyniki.	K_Wo8, K_Uo1, K_Ko1
EK_05	Student potrafi szczegółowo zaplanować i wykonać eksperyment na podstawie poznanych metod badawczych związany z analizą materiałów oraz opracować wyniki i sporządzić opracowanie w oparciu o narzędzia informatyczne. Rozumie potrzebę ciągłego aktualizowania wiedzy na temat rozwoju metod badawczych. Potrafi pracować w zespole zgodnie z zasadami pracy laboratoryjnej.	K_Uo3, K_Uo5, K_Uo6, K_Uo7, K_Uo8, K_U12

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne

1. Ogólne zasady badań materiałów, analiza powierzchni i międzypowierzchni. Główne definicje procesu walidacji.
2. Porównanie różnych metod i parametrów decydujących o wyborze metody analizy (dolna granica wykrywalności obecności tego czy innego pierwiastka, zakres grubości badanej warstwy, rozdzielczość w funkcji głębokości, itp.)
3. Spektrometria mas. Spektroskopia masowa jonów wtórnych (SIMS) i spektrometria czasu przelotu jonów wtórnych (TOF SIMS).
4. Spektroskopia elektronów Augera (AES). Spektroskopia fotoelektronów rentgenowskich (spektroskopia elektronów dla analizy chemicznej - ESCA)
5. Spektroskopia mikroramanowska
6. Spektroskopia rozpraszania jonów wstecznych (Rutherford backscattering RBS)
7. Zasady przygotowania próbek do analizy
8. Przykłady zastosowań spektroskopii elektronowej i jonowej powierzchni. Biologia i medycyna. Historia i archeologia

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne laboratorium i projekt.

1. Przygotowywanie próbek dla badań laboratoryjnych.
2. Analiza składu powierzchni krzemu monokrystalicznego metodą TOF SIMS z wykorzystaniem technik mikroskopowych.
3. Analiza klastrow materiału oraz produktów utleniania w półprzewodników z użyciem TOF SIMS.
4. Badanie metodą SIMS materiału półprzewodnikowego, analiza widma.
5. Badanie metodą Spektroskopii mikroramanowskiej kryształu telluru utlenionego naturalnie oraz pasywowanego chemicznie i termicznie.
6. Analiza składu warstwy utlenionej stali z zastosowaniem TOF SIMS i XPS.

C. Problematyka zajęć projektowych

Wpływ azotowania jarzeniowego na właściwości warstwy wierzchniej stali. Symulacje i opracowanie danych

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, praca w grupach, analiza uzyskanych rezultatów, projektowanie doświadczeń, praca ze specjalistyczną literaturą naukową

Projekt: wykonanie symulacji numerycznych i opracowanie wyników w oparciu o literaturę naukową.

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, p)
Ek_01	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	Lab. w., zaj. proj
Ek_02	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	Lab. w., zaj. proj
EK_03	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	Lab. w., zaj. proj
EK_04	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	Lab. w., zaj. proj
EK_05	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	Lab. w., zaj. proj

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się poprzez kolokwia, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Weryfikacja efektów uczenia się zajęć bez udziału nauczycieli odbywać się będzie na podstawie oceny z przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych oraz na egzaminie końcowym. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji

Wykłady – egzamin pisemny, brana jest także pod uwagę aktywność studenta na zajęciach.

Laboratorium – ocena końcowa na podstawie ocen cząstkowych z wykonania zadań zajęć laboratoryjnych i aktywności na zajęciach

Zajęcia projektowe - realizacja projektu.

dost. (51 - 60)% pkt,
 +dost. (61 - 70)% pkt,
 dobry (71 - 80)% pkt,
 +dobry (81 - 90)% pkt,
 bardzo dobry (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 kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	4
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	86
SUMA GODZIN	135
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	5

** 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.	Józef Wojaś. Fizyka powierzchni półprzewodników, Warszawa, AOW PLJ 1995.
2.	Szaynok, S.Kuźmowski Podstawy fizyki powierzchni półprzewodników, Warszawa, WNT, 2000.
3.	Oleś Metody doświadczalne fizyki ciała stałego, Warszawa, WNT, 1998

4. J. Szuber Powierzchniowe metody badawcze w nanotechnologii półprzewodnikowej, Gliwice, WPS, 2004 – udostępnia prowadzący
5. Zbigniew Postawa „Fizyka powierzchni i nanostruktury”
<http://users.uj.edu.pl/~ufpostaw/wyklad/>
6. Publikacje naukowe, patenty dotyczące zagadnień poruszanych na zajęciach
7. M. Blicharski, Inżynieria powierzchni, ISBN: 978-83-01-21520-0, Wydawnictwo WNT, (2021).
8. Surface Characterization of Silicon Wafers Polished by Three Different Methods, Key Engineering Materials 487:233-237, 10.4028/www.scientific.net/KEM.487.233, Guang Qiu Hu, Jing Lu, Jian Yun Shen, Xi Peng Xu (2021).

Literatura uzupełniająca:

1. 1. Atomic Force Microscopy, on-line tutorial, <http://nanohub.org/resources/520>
2. Methods for Nanopatterning and Lithography Materials Science. TM. Volume 6, http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/materials-science/material-matters/material_matters_v6n1.pdf
3. ToF-SIMS: Materials Analysis by Mass Spectrometry IM Publications LLP; 2nd edition (31 July 2013).
4. Molecular speciation analysis of oxidized metal surfaces by TOF SIMS Małgorzata Trzyna-Sowa a,*, Nicolas Berchenko a, Piotr Dziawa b, J’ozef Cebulski a, Applied Surface Science 577 (2022) 151855, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.151855>
5. Michał Marchewka, Dawid Jarosz, Marta Ruszała, Anna Juś, Piotr Krzemiński, Ewa Bobko, Małgorzata Trzyna-Sowa, Renata Wojnarowska-Nowak, Paweł Śliż, Michał Rygała, Marcin Motyka, Interfaces-engineered M-structure for infrared detectors, Opto-Electronics Review 32 (2024) e150183, <https://doi.org/10.24425/opelre.2024.150183>.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej