

**SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2022-2024  
(skrajne daty)

Rok akademicki 2022/2023

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Przedmiot specjalizacyjny do wyboru: Zaawansowane metody badań materiałów</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
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 (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
1	15			30					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

**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	<p>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.</p> <p>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.</p>
----	--

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Zna i rozumie podstawy działania popularnych zaawansowanych technik badawczych, takich jak mikroskopia elektronowa, SIMS, XRD, Spektroskopia Ramana, RBS, XPS i innych. Rozumie cele zastosowania nowoczesnych metod analizy materiałów.	K_Wo1
EK_02	Zna i rozumie rozszerzone i pogłębione zagadnienia z zakresu: budowy materii, zjawisk fizycznych w materiałach decydujących o doborze metody badawczej.	K_Wo2
EK_03	Zna i rozumie tendencje rozwoju technologii wytwarzania i kontroli jakości materiałów w kraju i na świecie, zna powiązania innych kierunków studiów z inżynierią materiałową oraz fundamentalne dylematy rozwoju cywilizacyjnego związanego z nowymi materiałami i nanotechnologią. Potrafi dokonać doboru odpowiedniej metody badawczej.	K_Wo6 K_Wo7 K_Wo8

	<p>Posiada wiedzę z zakresu interpretacji danych pomiarowych popularnych metod (m.in. SIMS, XPS, Spektroskopii Ramana, mikroskopii). Zna i rozumie w pogłębionym zakresie wybrane metody, techniki i procesy wytwarzania oraz przetwarzania materiałów inżynierskich, modyfikacji powierzchni materiałów inżynierskich stosowanych w przemyśle lotniczym, a także rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich z zakresu inżynierii materiałowej. Potrafi zaplanować eksperyment w zakresie badań materiałów z wykorzystaniem odpowiednich metod.</p>	
EK_04	<p>Potrafi przeprowadzić analizę literatury opartą o najnowsze publikacje, zasoby cyfrowe oraz korzystać z przekazu słownego i graficznego treści nauczania charakteryzujących się rygiem matematycznym i logicznym; potrafi pozyskiwać informacje, dokonywać ich selekcji, interpretacji oraz integracji ze swą dotychczasową wiedzą a także wyciągać syntetyczne wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie. Potrafi pracować w zespole badawczym.</p>	K_U01
EK_05	<p>Potrafi przygotowywać udokumentowane opracowania danych pomiarowych dotyczących badań materiałów wykonanych za pomocą zaawansowanych technik badawczych. Potrafi zaplanować i wykonać eksperyment na podstawie poznanych metod badawczych związany z analizą materiałów oraz opracować wyniki i sporządzić opracowanie w oparciu o narzędzia informatyczne. Potrafi przedstawić i omówić swoje wyniki. Potrafi pracować w zespole zgodnie z zasadami pracy laboratoryjnej.</p>	K_U03, K_U05, K_U06, K_U07, K_U08
EK_06	<p>Potrafi samodzielnie określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia jak również ukierunkowywać innych odbiorców w tym zakresie</p>	K_U12
EK_07	<p>Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i przyswojonych treści, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności do zmian zachodzących w technice i technologii oraz organizowania procesu uczenia się innych osób</p>	K_K01

### 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 ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne:

1. Przygotowywanie próbek dla badań.
2. Analiza składu powierzchni krzemu monokrystalicznego metodą TOF SIMS.
3. Analiza klastrów materiału oraz produktów utleniania w SnTe z użyciem TOF SIMS.
4. Badanie metodą SIMS materiału SiC, analiza widma.
5. Badanie metodą Spektroskopii mikroramanowskiej kryształu telluru utlenionego naturalnie oraz pasywowanego chemicznie i termicznie.
6. Analiza stali typu INCONEL x750 z zastosowaniem TOF SIMS i XPS
7. Obróbka i analiza otrzymanych rezultatów

### 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

## 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	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	W, Lab.
EK_02	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	W, Lab.

EK_03	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	W, Lab.
EK_04	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	W, Lab.
EK_05	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	W, Lab.
EK_06	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	W, Lab.
EK_07	Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin	W, Lab.

#### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

<p>Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiągniętych 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</p> <p>Wykłady – egzamin pisemny i ustny, brana jest także pod uwagę aktywność studenta na zajęciach.</p> <p>Ćwiczenia – ocena końcowa na podstawie ocen cząstkowych z wykonania zadań zajęć laboratoryjnych i aktywności na zajęciach</p> <p>dost. (51 - 60)% pkt,  +dost. (61 - 70)% pkt,  dobry (71 - 80)% pkt,  +dobry (81 - 90)% pkt,  bardzo dobry (91 - 100)% pkt.</p>
---

#### 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
<b>SUMA GODZIN</b>	<b>135</b>

\* 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 Wojas. Fizyka powierzchni półprzewodników, Warszawa, AOW PLJ 1995.
2. Szaynok, S.Kuźminski 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

Literatura uzupełniająca:

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/sigmaaldrich/materials-science/material-matters/material\\_matters\\_v6n1.pdf](http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/materials-science/material-matters/material_matters_v6n1.pdf)

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej