SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026/2027 - 2029/2030

Rok akademicki 2028/2029

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	*inteligentne metody charakteryzacji materiałów*
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	*Instytut Informatyki, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych*
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	*Instytut Inżynierii Materiałowej, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych*
Kierunek studiów	*sztuczna inteligencja*
Poziom studiów	*studia I stopnia*
Profil	*ogólnoakademicki*
Forma studiów	*stacjonarne*
Rok i semestr/y studiów	*rok III, semestr 5*
Rodzaj przedmiotu	*przedmiot specjalnościowy (sztuczna inteligencja w przemyśle)*
Język wykładowy	*polski*
Koordynator	*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**
5	15			15					2

1.2. Sposób realizacji zajęć

zajęcia w formie tradycyjnej

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku)

wykład – zaliczenie bez oceny, laboratoria – zaliczenie z oceną

2.WYMAGANIA WSTĘPNE

Wiedza z zakresu podstaw fizyki oraz nauki o materiałach.

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

3.1 Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami badań i charakteryzacji materiałów oraz ich warstwy wierzchniej, w szczególności technikami spektroskopii elektronowej i jonowej oraz metodami mikroskopowymi stosowanymi w analizie struktury i składu materiałów.
C2	Ukazanie roli sztucznej inteligencji w analizie i interpretacji danych materiałowych oraz w doborze i optymalizacji metod badawczych wykorzystywanych w inżynierii materiałowej, nanotechnologii i zastosowaniach przemysłowych.
C3	Celem przedmiotu jest kształtowanie umiejętności planowania i realizacji eksperymentów badawczych z zakresu badań materiałów, krytycznej analizy wyników oraz rozumienia znaczenia diagnostyki i kontroli parametrów w nowoczesnej inżynierii.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych [1]
EK_01	Student zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zjawiska fizyczne oraz procesy zachodzące w materiałach, stanowiące podstawę doboru i zastosowania nowoczesnych metod badań i charakteryzacji materiałów.	K_W02
EK_02	Student zna zaawansowane metody badań powierzchni i struktury materiałów, w tym techniki wykorzystujące wiązki elektronów, fotonów, jonów i neutronów oraz możliwości zastosowania inteligentnych metod analizy danych pomiarowych.	K_W02, K_W10
EK_03	Student potrafi opisywać i badać wybrane zjawiska fizyczne w materiałach z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji oraz pozyskiwać, integrować i krytycznie analizować dane z literatury i baz danych. Posiada umiejętność opracowania raportu z uzyskanych danych pomiarowych i dokumentacji technicznej dla odbiorcy naukowego lub biznesowego posługując się specjalistyczną terminologią.	K_U02, K_U15, K_U11
EK_04	Student potrafi krytycznie interpretować wyniki analiz i modeli opartych na sztucznej inteligencji stosowanych w badaniach materiałów, oceniając ich poprawność, ograniczenia i adekwatność do badanego zjawiska. Potrafi dokonać krytycznej oceny własnych kompetencji i konieczności zasięgania opinii ekspertów w problemach wykraczających poza posiadane kompetencje. Potrafi prezentować i omówić wyniki.	K_U06, K_K01

[1] W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Zasady badań materiałów, analizy powierzchni i międzypowierzchni oraz procesu walidacji wyników z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji, wzorcowanie i międzynarodowe bazy danych pomiarowych.
Porównanie metod analizy materiałów z uwzględnieniem parametrów pomiarowych oraz zastosowania algorytmów AI do optymalnego wyboru techniki badawczej.
Spektrometria mas, w tym MS SIMS i TOF-SIMS, wraz z inteligentną analizą i interpretacją widm przy użyciu uczenia maszynowego.
Spektroskopia AES i XPS (ESCA), systemy inteligentne w analizie widm i identyfikacji stanów chemicznych przy pomocy AI.
Spektroskopia mikroramanowska oraz zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji do identyfikacji faz, defektów i mapowania chemicznego.
Spektroskopia Rozpraszania Jonów Wstecznych (RBS) oraz wykorzystanie metod obliczeniowych i uczenia maszynowego do rekonstrukcji profili materiałowych.
Przygotowanie próbek do analizy z uwzględnieniem automatyzacji, standaryzacji danych oraz wpływu jakości próbek na skuteczność algorytmów AI.
Przykłady zastosowań inteligentnych metod spektroskopii elektronowej i jonowej w biologii, medycynie, archeologii oraz w inżynierii materiałowej.

B. Problematyka laboratoriów

Przygotowywanie próbek dla badań laboratoryjnych.
Analiza składu powierzchni krzemu monokrystalicznego metodą TOF SIMS i z wykorzystaniem technik mikroskopowych
Analiza klastrów materiału oraz produktów utleniania w półprzewodników z użyciem TOF SIMS.
Badanie metodą SIMS materiału półprzewodnikowego, analiza widma.
Badanie metodą Spektroskopii mikroramanowskiej półprzewodnikowego kryształu utlenionego naturalnie oraz pasywowanego chemicznie i termicznie.
Analiza składu warstwy utlenionej stali z zastosowaniem TOF SIMS i XPS.
Analiza danych pomiarowych z użyciem programów opartych na sztucznej inteligencji.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną
Laboratorium: wykonywanie ćwiczeń praktycznych

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 zaliczeniowe	w
EK_02	kolokwium zaliczeniowe	w
EK_03	sprawozdanie	lab

EK_04	sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	lab

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Wykład: zaliczenie na podstawie kolokwium zaliczeniowego opartego na zagadnieniach dotyczących efektów uczenia EK_01, EK_02.
Laboratorium: zaliczenie z oceną. Warunkiem zaliczenia jest: uzyskanie oceny z przygotowania merytorycznego do ćwiczeń, zaliczenie sprawozdań z ćwiczeń. Ocena końcowa jest średnią z ocen cząstkowych.
Skala ocen: 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 z harmonogramu studiów	15
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	30
SUMA GODZIN	50
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	**2**

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

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	–
zasady i formy odbywania praktyk	–

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:
1. Danikiewicz, Witold. 2020. Spektrometria mas. Podstawy i zastosowania. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
2. Wojas, Józef. 1995. Fizyka powierzchni półprzewodników. Warszawa: AOW PLJ.
3. Szaynok, S., i S. Kuźmiński. 2000. Podstawy fizyki powierzchni półprzewodników. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
4. Oleś. 1998. Metody doświadczalne fizyki ciała stałego. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
5. Szuber, J. 2004. Powierzchniowe metody badawcze w nanotechnologii półprzewodnikowej. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.

6. Postawa, Zbigniew. b.d. Fizyka powierzchni i nanostruktury. Dostęp online: http://users.uj.edu.pl/~ufpostaw/wyklad/
7. Blicharski, M. 2021. Inżynieria powierzchni. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. ISBN 978-83-01-21520-0.
8. Hu, Guang Qiu, Jing Lu, Jian Yun Shen, i Xi Peng Xu. 2021. "Surface Characterization of Silicon Wafers Polished by Three Different Methods." Key Engineering Materials 487: 233–237. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.487.233

Literatura uzupełniająca:

1. Atomic Force Microscopy. b.d. On-line tutorial. NanoHUB. http://nanohub.org/resources/520.
2. Methods for Nanopatterning and Lithography. 2013. Materials Science, vol. 6. Sigma-Aldrich. http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/materials-science/material-matters/material_matters_v6n1.pdf.
3. Vickerman, John C., i David Briggs, eds. 2013. ToF-SIMS: Materials Analysis by Mass Spectrometry. 2nd ed. Chichester: IM Publications LLP.
4. Trzyna-Sowa, Małgorzata, Nicolas Berchenko, Piotr Dziawa i Józef Cebulski. 2022. "Molecular Speciation Analysis of Oxidized Metal Surfaces by TOF-SIMS." Applied Surface Science 577: 151855. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.151855.
5. Marchewka, Michał, Dawid Jarosz, Marta Ruszała, Anna Juś, Piotr Krzemiński, Ewa Bobko, Małgorzata Trzyna-Sowa, Renata Wojnarowska-Nowak, Paweł Śliż, Michał Rygała i Marcin Motyka. 2024. "Interfaces-Engineered M-Structure for Infrared Detectors." Opto-Electronics Review 32: e150183. https://doi.org/10.24425/opelre.2024.150183.