

**SYLABUS**  
**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023-2027**  
*(skrajne daty)*  
 Rok akademicki 2025/2026

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	Technologie pokryć ochronnych
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok, 6 semestr
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy - Nanotechnologie i materiały nanokompozytowe
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr hab. Grzegorz Wisz prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Grzegorz Wisz prof. UR, 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
6	15			15					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

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Znajomość fizyki (termodynamiki), chemii, fizyki technicznej i materiałoznawstwa.  
 Znajomość angielskiego na poziomie podstawowym. Umiejętność czytania ze zrozumieniem tekstu i streszczenie go własnymi słowami.

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	<p>Celem przedmiotu jest kształtowanie kompetencji studentów z obszaru materiałoznawstwa oraz zapoznanie ich z nowoczesnymi metodami inżynierii materiałowej:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• uświadamianie studentom możliwości modyfikacji własności materiałów poprzez zastosowanie funkcjonalnych powłok ochronnych.</li><li>• przekazanie wiedzy o najważniejszych metodach i technikach wytwarzania powłok funkcjonalnych, o ich zaletach, ograniczeniach, o sposobach przygotowania powierzchni przedmiotów do pokrycia.</li></ul> <p>przekazanie wiedzy z zakresu wybranych technik wytwarzania powłok oraz ich zastosowania.</p>
C <sub>2</sub>	<p>Student rozumie i ma wiedzę na temat struktury i budowy materiałów na poziomie molekularnym. Student posiada umiejętność doboru materiałów powłok w zależności od rodzaju elementu, funkcji, warunków i środowiska pracy. Zna praktyczne aspekty różnych technologii wytwarzania powłok ochronnych. Zna podstawowe mechanizmy tworzenia się struktur warstwowych i kompozytowych.</p>
C <sub>3</sub>	<p>Student rozumie procesy z zakresu inżynierii materiałowej i ma wiedzę o procesach fizykochemicznych zachodzące w ciele stałym. Potrafi w sposób przystępny omówić mechanizmy molekularne jako podstawy do tworzenia nowych rozwiązań materiałoznawstwa. Ponadto student posiada wiedzę o różnych materiałach, materiałach nieorganicznych oraz zjawiskach w nich występujących.</p>

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	Student zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu budowy materii, zastosowania w technologii, wytwarzania nowoczesnych materiałów oraz w zakresie metodyki badań struktury i własności fizycznych	K_W04
EK_02	Student zna i rozumie współczesne techniki komputerowe, w tym metodykę i technikę programowania, elementy grafiki komputerowej, podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały do projektowania, modelowania, symulacji i wytwarzania elementów i urządzeń technicznych oraz rozwiązywania za ich pomocą prostych zagadnień technicznych i badawczych	K_W07
EK_03	Student zna i rozumie zagadnienia o cyklu życia produktów oraz zasady funkcjonowania i eksploatacji aparatury, urządzeń i systemów wykorzystujących metody technologii wytwarzania materiałów, szczególnie	K_W10

<sup>1</sup> W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

	w aspekcie wytwarzania nanomateriałów mających zastosowanie w przemyśle lotniczym	
EK_04	Student potrafi posługiwać się typowymi narzędziami informatycznymi do projektowania, modelowania i symulacji komputerowych wybranych zagadnień typowych dla inżynierii materiałowej	K_Uo4
EK_05	Student jest gotów do przekazywania społeczeństwu, m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji o korzystnych jak i niekorzystnych aspektach działalności związanej z inżynierią materiałową, potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały; myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	K_Ko4

### 1.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Powierzchnia idealna i realna, sieć i struktura powierzchni ciał stałych
Procesy na powierzchni i stany powierzchniowe
Podstawowe technologie osadzania – parametry wpływające na strukturę osadzanych warstw
Ogólna charakterystyka technologii z grupy PVD-Physical Vapour Deposition
Epitaksja warstw z wiązek molekularnych (Molecular Beam Epitaxy)
Osadzanie warstw techniką rozpylania jonowego (Ion Sputtering)
Osadzanie warstw techniką rozpylania magnetronowego (Magnetron Sputtering)
Osadzanie warstw metodą próżniowego naporowania termicznego (Thermal Evaporation)
Nanoszenie warstw metodą impulsowego osadzania laserowego (Pulse Laser Deposition)
Osadzanie warstw ze związków chemicznych (Chemical Vapour Deposition)

#### B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Identyfikacja problemu materiałowego wybranej branży dającego rozwiązać się poprzez zastosowanie pokrycia ochronnego.
Analiza problemu na podstawie dostępnej literatury – praca z materiałami źródłowymi
Wskazanie i wybór optymalnego pokrycia dla wybranego problemu.
Analiza dostępnych technologii wytworzenia danego pokrycia.
Opis technologii oraz dobór parametrów technologicznych dla wybranego optymalnego sposobu nanoszenia pokrycia.
Opis metod charakteryzacji i oceny parametrów naniesionego pokrycia.
Prezentacja i ewaluacja pracy zaliczeniowej

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń.

#### 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	odpowiedzi ustne, sprawozdanie	W., LAB.
EK_02	odpowiedzi ustne, sprawozdanie	W., LAB.
EK_03	odpowiedzi ustne, sprawozdanie	W., LAB.
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_05	obserwacja w trakcie zajęć	LAB.

##### 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 indywidualne odpowiedzi, 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 zaliczeniu końcowym. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Warunkiem koniecznym uzyskania oceny pozytywnej z przedmiotu jest wykazanie się wiedzą oraz umiejętnościami, które sprawdzane są na zaliczeniu końcowym, ustnie podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych a także na podstawie wykonanego projektu.

Laboratorium: po każdej części materiału student prezentuje zrealizowane zadania, które są oceniane przez prowadzącego laboratorium. Projekt – opracowanie końcowe i prezentacja.

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen częściowych, przy czym student musi pozytywnie zaliczyć każdą część materiału

dost. (51 - 60)% pkt,

+dost. (61 - 70)% pkt,

dobry (71 - 80)% pkt,

+dobry (81 - 90)% pkt,

bardzo dobry (91 - 100)%

#### 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	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	42
SUMA GODZIN	75

\* 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. Anna Szaynok, Stanisław Kuźmiński, Podstawy fizyki powierzchni półprzewodników, WNT, Warszawa 2000,
2. J. Łaskawiec, „Fizykochemia powierzchni ciała stałego”, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000
3. J.Bujak.: Właściwości niskotarciowych powłok węglowych typu a-C osadzanych metodą PLD, Tribologia, (2009)
4. K. Bewilogua, R. Wittorf, H. Thomsen, M. Weber.: DLC based coatings prepared by reactive dc magnetron sputtering. Thin Solid Films, (2004),
5. M. Biel-Gołaska.: Zastosowanie warstw diamentowych oraz powłok diamentopodobnych na narzędziach medycznych i implantach. Prace instytutu odlewnictwa, (2008), p.5-18.
6. M. Hajduga, M.Hajduga, S. Węgrzynkiewicz, J. Waś-Solipiwo.: Ocena bakteriologiczna powłok DLC COMP a-C:H, presscomp CrN I multicom TiN. Aktualne Problemy Biomechaniki, nr 9/2015 p.41-46.
7. M. Pancielejko, A. Czyżniewski, V. Zavaleyev, A. Pander, K. Wojtalik. Optimization of the deposition parameters of DLC coatings with the MCVA method, Archives of Materials Science and Engineering 54/2, (2012),
8. Grzegorz Wisz, P. Sawicka-Chudy, A. Wal, P. Potera, M. Bester, D. Płoch, M. Sibiński, M. Cholewa, M. Ruszała, TiO<sub>2</sub>:ZnO/CuO thin film solar cells prepared via reactive direct-current (DC) magnetron sputtering, Applied Materials Today, Volume 29, 2022

### Literatura uzupełniająca:

1. K.Chronowska, Analiza właściwości nowych grup powłok stosowanych na wysoko obciążone elementy maszyn, Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, 2014.
2. K. Czechowski, D. Tobała, I. Wronska, R. Jarosz, M. Bąk Modyfikacja warstwy wierzchniej części roboczych narzędzi
3. P. Holubář, R. Janků, Nanokompozytowe powłoki PVD, Magazyn Przemysłowy 3 (115)/2012.
4. M.Michalak, R. Michalczewski, M. Szarek, Wysokotemperaturowe charakterystyki tribologiczne elementów z powłoką AlTiN i TiAlN, 2014.
5. A. Kaźmierczak, Analiza możliwości osadzenia powłoki z azotku tytanu na powierzchni roboczej uszczelniającego pierścienia tłokowego silnika spalinowego, 2012.
6. M. W. Richert, P. Zawadzka, Powłoki użytkowe na narzędziach i częściach maszyn dla przemysłu metali nieżelaznych, 2014.

7. Yufang Ren, Wenting Li, Zhenhao Cao, Yapei Jiao, Jingjing Xu, Peng Liu, Sen Li, Xue Li, Robust TiO<sub>2</sub> nanorods-SiO<sub>2</sub> core-shell coating with high-performance self-cleaning properties under visible light;
8. D.R. Sahu, Jow-Lay Huang, „High quality transparent conductive ZnO/Ag/ZnO multilayer films deposited at room temperature”, Thin Solid Films, Volume 515, Issue 3, 2006
9. Grzegorz Wisz, P. Sawicka-Chudy, A. Wal, M. Sibinski, P. Potera, R. Yavorskyi, L. Nykyruy, D. Ploch, M. Bester, M. Cholewa and O. M. Chernikova, Structure Defects and Photovoltaic Properties of TiO<sub>2</sub>:ZnO/CuO Solar Cells Prepared by Reactive DC Magnetron Sputtering. Appl. Sci. 2023, 13, 3613
10. Prace dyplomowe oraz materiały udostępnione przez prowadzącego zajęcia

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej