

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023-2027  
(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	Materiały nanokompozytowe
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, 5 semestr
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy - Nanotechnologie i materiały nanokompozytowe
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr Stanisław Adamiak
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr Stanisław Adamiak

\* -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			30					4

**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 podstawowych zagadnień z zakresu podstaw nauki o materiałach i materiałów inżynierskich.

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z technologią wytwarzania, charakterystykami mechanicznymi i fizyko-chemicznymi oraz zastosowaniami materiałów nanokompozytowych. Jednym z najważniejszych celów jest zapoznanie się studentów z zastosowaniem materiałów nanokompozytowych w przemyśle lotniczym.
C <sub>2</sub>	Celem zajęć laboratoryjnych są umiejętności – badania własności strukturalnych materiałów nanokompozytowych za pomocą takich narzędzi jak mikroskopy sil atomowych (AFM), elektronowe mikroskopy skaningowe (SEM), pomiary właściwości mechanicznych, eksploatacyjnych itp.; umiejętności wyboru nanomateriałów według ich własności dla konkretnych zadań inżynierskich.

#### 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	ma podstawową wiedzę w aspekcie wytwarzania nanomateriałów mających zastosowanie w przemyśle lotniczym. ma wiedzę dotyczącą wpływu struktury materiałów nanokompozytowych na ich właściwości mechaniczne i eksploatacyjne	K_W04 K_W10
EK_02	potrafi korzystać z podstawowych metod badań struktury i własności materiałów nanokompozytowych (mikroskop SEM, AFM, konfokalny, metody nanoindentacji). potrafi korzystać z dedykowanego oprogramowania komputerowego do przeprowadzenia analizy uzyskanych wyników podczas badań eksperymentalnych.	K_U05 K_U07
EK_03	potrafi wskazać zagrożenia dla człowieka związane z stosowaniem nanotechnologii.	K_U08
EK_04	potrafi wskazać zalety ekonomiczne stosowania nowoczesnych rozwiązań materiałowych w przemyśle	K_U09
EK_05	rozumie konieczność zmian w rozwoju materiałów inżynierskich i jest przygotowany do poszerzania swojej wiedzy w tym zakresie.	K_Ko1
EK_06	rozumie wpływ działalności człowieka na środowisko w ramach inżynierii materiałowej i potrafi przekazywać swoją wiedzę na ten temat	K_Ko4

<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.

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Właściwości materii w skali nanometrycznej. Definicje materiałów nanokompozytowych.
Budowa i charakterystyka nanomateriałów. Rodzaje i charakterystyka włókien stosowanych do wzmocnienia w kompozytach. Wpływ struktury na własności mechaniczne materiałów nanokompozytowych. Zależność własności materiałów od rozmiaru nanocząstki.
Techniki i technologie wytwarzania nanostruktur. Metody top-down, bottom-up, kombinowane. Powłoki nanokompozytowe jednowarstwowe i multiwarstwowe, (wytwarzanie, budowa, właściwości).
Charakterystyka materiałów nanokompozytowych (skład chemiczny, struktura, właściwości mechaniczne i eksploatacyjne): <ul style="list-style-type: none"><li>• nanokompozyty ceramiczne (na osnowie ceramiki),</li><li>• nanokompozyty metaliczne (na osnowie metalu),</li><li>• nanokompozyty polimerowe (na osnowie polimeru).</li></ul>
Węglowe nanomateriały. Fullereny, rurki węglowe. Grafen. Własności fizyczne grafenu. Własności mechaniczne. Perspektywy wdrożenia w przemyśle lotniczym.
Najnowsze osiągnięcia w nanotechnologii. Szanse i zagrożenia nanotechnologii. Kierunki i perspektywy rozwoju nanotechnologii w różnych gałęziach przemysłu m. in. w przemyśle lotniczym, kosmonautyce, ochronie środowiska, medycynie, teleinformatyce, energetyce.

#### B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Analiza wpływu parametrów w procesie wytwarzania powłoki metodą PVD na jej właściwości mechaniczne
Pomiar grubości powłoki z wykorzystaniem mikroskopu konfokalnego.
Analiza składu chemicznego powłok nanokompozytowych metodą EDX
Badanie właściwości mechanicznych (twardości, modułu Younga) powłok nanokompozytowych metodą nanoindentacji
Badanie struktury stopów metalicznych o nano-wymiarze ziaren z wykorzystaniem AFM
Badanie współczynnika tarcia nanokompozytowych powłok tribologicznych

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład – zaliczenie bez oceny

Laboratorium – zaliczenie z oceną.

## 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	Wykład, lab.
EK_02	kolokwium	Wykład, lab.
EK_03	kolokwium, sprawozdanie	Wykład, lab.
EK_04	kolokwium, sprawozdanie	wykład, lab.
EK_05	odpowiedź ustna, obserwacja w trakcie zajęć	wykład, lab.

EK_o6	odpowiedź ustna, 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, jak również na kolokwium.

##### Wykład:

1. Zaliczenie kolokwium.\*
2. Uzyskanie zaliczenia z laboratorium.

##### Laboratorium:

1. Zaliczenie i wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych.
2. Oddanie poprawnych sprawozdań z ćwiczeń laboratorium.
3. Zaliczenie kolokwium\*.

Ustalenie oceny zaliczeniowej na podstawie średniej ocen cząstkowych z kolokwium, aktywności na zajęciach laboratoryjnych oraz sprawozdań.

– suma punktów uzyskanych z kolokwium z poszczególnych treści programowych przedmiotu, za opracowane sprawozdania oraz aktywność na zajęciach laboratoryjnych:

dst - (51 - 60)% pkt,

+dst - (61 - 70)% pkt,

dobry (71 - 80)%

pkt,

+dobry (81 - 90)% pkt,

bardzo dobry (91 - 100)% pkt

\*Kolokwium jest jedno na koniec zajęć i obejmuje treści merytoryczne z wykładu oraz laboratorium.

#### 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)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	55
SUMA GODZIN	102
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>4</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

<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Red.nauk. R.W.Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, tlm.pol. pod red. K. Kurzydłowskiego: Nanotechnologie, PWN, 2008.</li><li>2. A.Huczko, M. Kurcz, M. Popławska: Nanorurki węglowe : otrzymywanie, charakterystyka, zastosowania, wyd. Uniwersytet Warszawski, 2014.</li><li>3. A. Kopia Wybrane techniki wytwarzania nanomateriałów, wyd. AGH, 2021.</li><li>4. pod redakcją D. Katy; i.inni.: Skrypt do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu nanomateriały i nanotechnologie, wyd. AGH 2022.</li></ol>
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. A.A. Ansari [et al.]: Nanostructured materials : classification, properties and fabrication, wyd. New York : Nova Science Publishers, 2010</li><li>2. Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, v. 1-6, 2008 Dekker</li></ol>

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej