

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2025-2029

(skrajne daty)

Rok akademicki 2027/2028

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Materiały nanokompozytowe
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 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 ₁	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 ₂	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 ¹
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

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

EK_o6	rozumie wpływ działalności człowieka na środowisko w ramach inżynierii materiałowej i potrafi przekazywać swoją wiedzę na ten temat	K_Ko4
-------	---	-------

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): • nanokompozyty ceramiczne (na podstawie ceramiki), • nanokompozyty metaliczne (na podstawie metalu), • nanokompozyty polimerowe (na podstawie polimeru).
Węglowe nanomateriały. Fulereny, 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_06	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
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	4

** 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. Red.nauk. R.W.Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, tlm.pol. pod red. K. Kurzydłowskiego: Nanotechnologie, PWN, 2008.
2. A.Huczko, M. Kurcz, M. Popławska: Nanorurki węglowe : otrzymywanie, charakterystyka, zastosowania, wyd. Uniwersytet Warszawski, 2014.
3. A. Kopia Wybrane techniki wytwarzania nanomateriałów, wyd. AGH, 2021.
4. pod redakcją D. Katy; i.inni.: Skrypt do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu nanomateriały i nanotechnologie, wyd. AGH 2022.
Literatura uzupełniająca:
1. A.A. Ansari [et al.]: Nanostructured materials : classification, properties and fabrication, wyd. New York : Nova Science Publishers, 2010
2. Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, v. 1-6, 2008 Dekker

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej