



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Nanometrologia

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Studia w zakresie (specjalność)

Diagnostyka maszyn i systemy pomiarowe

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

niestacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

8

Ćwiczenia

Laboratoria

8

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Radomir MAJCHROWSKI

email: Radomir.Majchrowski@put.poznan.pl

tel. 61 665 32 23

Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Wiedza: Podstawowa dotycząca metrologii długości i kąta. Wiadomości z fizyki oraz matematyki.



Umiejętności: Logicznego myślenia, korzystania z informacji pozyskiwanych z biblioteki i Internetu.

Kompetencje społeczne: Rozumienie potrzeby uczenia się i pozyskiwania nowej wiedzy.

### **Cel przedmiotu**

Poznanie wiadomości teoretycznych i nabycie praktyki z metod pomiaru topografii powierzchni w skali Mikro i Nano.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metrologii powierzchni

Ma podstawową wiedzę z zakresu metod pomiaru powierzchni mikroskopem AFM

Ma podstawową wiedzę z analizy topografii powierzchni

#### Umiejętności

Student potrafi przygotować próbki do pomiaru mikroskopem AFM

Student potrafi rozróżnić i stosować tryby pracy AFM

Student potrafi analizować obrazy topografii powierzchni uzyskane z użyciem mikroskopu AFM

#### Kompetencje społeczne

Ma świadomość ważności i rozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje

Potrafi współdziałać i pracować w grupie

### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca oraz podsumowująca

Wykład: Zaliczenie na podstawie kolokwium składającego się z 5 pytań przeprowadzane na koniec semestru.

Laboratorium: Sprawdziany na początku ćwiczeń laboratoryjnych sprawdzające stopień przygotowania do zajęć. Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń.

### **Treści programowe**

Wykład:

- 1) Historia nanotechnologii, podział nanotechnologii, definicja nanometrologii.
- 2) Metody stykowe i optyczne pomiaru topografii powierzchni.
- 3) Metody SEM.



- 4) SPM - metody mikroskopii z sondą skanującą, zasada działania, STM - skaningowy mikroskop tunelowy.
- 5) AFM - mikroskop sił atomowych.
- 6) Tryby pracy AFM (Contact Mode, TappingMode, LFM, EFM, Force Distance Curves).
- 7) Analiza topografii powierzchni.
- 8) Pomiary topografii powierzchni ? dobór metody (diagram Stedman'a).

Laboratorium: Pomiary i analiza wytypowanych powierzchni mikroskopem optycznym Veeco NT100 w trybie pracy VSI i PSI. Pomiary i analiza wytypowanych powierzchni mikroskopem AFM w trybie pracy: Contact Mode, TappingMode, Force Distance Curves. Wzorcowanie mikroskopu AFM.

### **Metody dydaktyczne**

Wykład: wykład ilustrowany prezentacją multimedialną zawierającą omawiane treści programowe.

Laboratorium: ćwiczenia praktyczne, praca w zespole.

### **Literatura**

Podstawowa

1. Gotszalk T. P., Systemy mikroskopii bliskich oddziaływań w badaniach mikro i nanostruktur, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2004
2. Kopaczyńska M., Mikroskopia sił atomowych (AFM) - biomedyczne zastosowanie pomiarów w nanoskali, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010
3. Pawlus P., Topografia powierzchni: pomiar, analiza, oddziaływanie, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2005
4. Wieczorowski M., Wykorzystanie analizy topograficznej w pomiarach nierówności powierzchni, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2009

Uzupełniająca

1. Nanonauki i Nanotechnologie: Stan i perspektywy rozwoju, pod redakcją Adama Mazurkiewicza, Instytut Technologii Eksploatacji - Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	17	0,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	33	1,5

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności