**Nazwa przedmiotu:**

Nanotechnologia

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Aleksander Werbowy

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

**Grupa przedmiotów:**

Technologie Elektroniczne

**Kod przedmiotu:**

NANOT

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2012/2013

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

godziny kontaktowe 20 h
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych
zapoznanie się ze wskazaną literaturą 15h
czas poza laboratorium
przygotowanie raportu
przygotowanie do zaliczenia przedmiotu (2 kolokwia) 15h

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 300h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

brak

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Przyswojenie podstawowych wiadomości na temat potencjału nanonauk a także uwarunkowań technologicznych i technicznych ich praktycznej realizacji oraz klasycznych i fundamentalnych ograniczeń związanych z wytwarzaniem struktur w skali nanometrycznej. Zapoznanie się z wybranymi nanotechnologiami i ich produktami.

**Treści kształcenia:**

Wprowadzenie, a w tym definicje nanotechnologii, nanoelektroniki, elektroniki molekularnej i spintroniki. Rys historyczny oraz możliwości, jakie oferują te dziedziny. Stan obecny oraz perspektywy rozwoju nanotechnologii. Przykłady istniejących i przewidywanych zastosowań.
Problemy i ograniczenia związane z redukcją rozmiarów struktur elektronicznych: klasyczne i fundamentalne.
Środowisko clean-room i środowisko próżni w technologiach elektronicznych i nanotechnologiach.
Środowisko plazmy w technologiach wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i kształtowaniu naonoobszarów oraz ich własności.
Technologie wytwarzania ultracienkich warstw: technologia MBE i MO (oraz OM) CVD.
Sposoby odwzorowywania kształtów w skali nano (nanostruktury 2 i 3-wymiarowe). Techniki litograficzne – fotolitografia klasyczna i jej modyfikacje: litografia z korekcją efektów bliskości (OPC), litografia z przesunięciem fazowym (PSM), litografia pozaosiowa (OAI), litografia immersyjna. Fotolitografia w głębokim i bardzo głębokim ultrafiolecie (DUV i EUV). Litografia elektronowa, rentgenowska i wiązką jonów.
Nieklasyczne techniki sposoby wytwarzania struktur niskowymiarowych i o rozmiarach nanometrowych (techniki nanolitografii i nanomanipulacji wykorzystujące mikroskopię bliskich oddziaływań, techniki „miękkiej” litografii).

**Metody oceny:**

Zaliczenie (2 kolokwia z poszczególnych części wykładu)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa
1) „Introduction to Nanoscience and Nanotechnology”
Ch. Binns, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey (2010)
2) „Springer Handbook of Nanotechnology (3rd revised & extended edition)”
B. Bhushan (ed.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2010)
3) „Nanoscience. Nanotechnologies and Nanophysics”
C. Dupas, P. Houdy, M. Lahmani (eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2007)
4) „Nanotechnology for Electronic Materials and Devices”
A. Korkin, J. Labanowski, E. Gusev, S. Luryi (eds.), Springer (2007)
5) „Nanoscale Science and Technology”
R. Kelsall, I. Hamley, M. Geoghegan (eds.), John Wiley & Sons Ltd. (2005)
(“Nanotechnologie. Nanotechnologie krok po kroku”,
tłum. zbiorowe pod red. K. Kurzydłowskiego, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa (2008))
6) „Nanostructures & Nanomaterials. Synthesis, Properties & Applications”
G. Cao, Imperial College Press (2004)
7) „Fundamentals of Microfabrication. The Science of Miniaturization (2nd edition)”
M.J. Madou, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington DC (2002)
Literatura uzupełniająca
8) „Scanning Microscopy for Nanotechnology. Techniques and Applications”
W. Zhou, Z.-L. Wang (eds.), Springer (2007)
9) „Podstawy chemii fizycznej”
P.W. Atkins, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa (2009)
10) „Teoria kwantowa nie gryzie”
M. Chown, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Warszawa (2009)
11) „Nanorurki węglowe”
A. Huczko, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa (2001)
12) „Fulereny”
A. Huczko, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa (2000)
13) „Inżynieria kwantowa”
G. Milburn, Prószyński i S-ka, Warszawa (1999)
14) Inne wskazane materiały

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt Wpisz opis:**

Zna podstawową terminologię związaną z nanonaukami, w szczególności nanotechnologiami, a także ich uwarunkowaniami technologicznymi i technicznymi. Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe kwestie związane z ograniczeniami i uwarunkowaniami środowiskowymi realizacji nanostruktur. Ma podstawową wiedzę o stanie obecnym i trendach rozwojowych w obszarze nanotechnologii oraz wytwarzanych przez nie produktów. Zna podstawowe technologie i materiały umożliwiające wytwarzanie nanostruktur.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W44

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt Wpisz opis:**

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim, w obszarze nanotechnologii. Posiada umiejętność samokształcenia.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** k\_U02, k\_U07, k\_U53

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U05, T1A\_U09

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt Wpisz opis:**

Ma świadomość wpływu nanotechnologii, w tym ich produktów oraz wykorzystywanych przez nie materiałów na środowisko.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K04