**Nazwa przedmiotu:**

Mikro/nanotechnika

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Magdalena Ekwińska

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Wariantowe

**Kod przedmiotu:**

MNT

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 32, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 2h;
2) Praca własna studenta 30, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów zaliczeniowych - 8h;
b) przygotowanie do laboratorium – 8h;
c) opracowanie sprawozdań z laboratorium - 8h;
d) studia literaturowe - 6h;
Suma: 62 h (2 ECTS)

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

1 punkt ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 32, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 2h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 32, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 2h;
2) Praca własna studenta 30, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów zaliczeniowych - 8h;
b) przygotowanie do laboratorium – 8h;
c) opracowanie sprawozdań z laboratorium - 8h;
d) studia literaturowe - 6h;
Suma: 62 h (2 ECTS)

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Fizyka, wiedza o materiałach, podstawy konstrukcji i technologii miniaturowych urządzeń mechanicznych i elektromechanicznych

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie się z podstawami mikro/nanotechniki, stanem techniki budowy mikro/nanosystemów, zaawansowanymi technikami badawczymi w zakresie mikro/nanotechniki, perspektywami rozwoju mikro/nanotechniki.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Pojęcie mikro/nanotechniki, geneza mikro/nanotechniki, definicje, systematyka, dwa podejścia w nanotechnice : Taniguchi i Drexler, bottom-down i bottom-up, sytuacja na świecie , trendy rozwojowe, znaczenie mikro/nanotechniki. Zagadnienia materiałowe , fulereny, nanorurki, polimery, nanokompozyty w mikro/nanotechnice, techniki wytwarzania , mikro/nanomachining, mikro/nanopatterning. Problemy skali, architektura mikro/nanosystemów, projektowanie i konstruowanie , problemy konstrukcyjne urządzeń molekularnych. Mikro/nanourządzenia (MEMS/NEMS) i ich zastosowania Podstawy adaptroniki i biomimetyki, mikro/nanostruktury biologiczne, nanosilniki biologiczne obrotowe i liniowe. Podstawowe urządzenia do badań w skali mikro/nano: STM/AFM, nanoindentery, inne urządzenia badawcze, zastosowania. Zastosowania mikro/nanourządzeń w życiu codziennym, w technikach badawczych, militarne i kosmiczne, w technice medycznej, w przemyśle, motoryzacji itp., trendy rozwojowe
Laboratorium:
narzędzia i środowisko badawcze mikro/nanotechniki. Praca czystego laboratorium w zastosowaniach do badań w skali mikro/nano. Zapoznanie się z procedurami panującymi w czystym laboratorium. Uczestnictwo w prowadzonych badaniach nanomechanicznych i nanotrybologicznych z zastosowaniem AFM i nanoindentera oraz przełożenie nanotrybologi do trybologii. Poznanie sprzętu podstawowego do badań w skali nano np:
skaningowego mikroskopu tunelowego (STM)
mikroskopu sił atomowych (AFM)
nanoindentera
mikroskopu elektronowego
mikroskopu transmisyjnego
stanowisk specjalistycznych do badań:
tarciowych
energii powierzchniowej
Zapoznanie z metodami wytwarzania w skali mikro/nano jak osadzanie z fazy gazowej (PVD / CVD)

**Metody oceny:**

egzamin (50%), ocena z laboratorium (50%)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Schulte J (ed), Nanotechnology, J.Wiley, Chichester 2005
Koehler M., Fritzsche W., Nanotechnology – An Introduction to Nanostructuring Techniques, J.Wiley-VCH, Weinheim 2004
Bhushan B. (ed), Springer Handbook of Nanotechnology, Springer Verlag, Berlin 2004
Przygocki W., Włochowicz A., Fulereny i nanorurki, WNT, Warszawa, 2001
Taniguchi N. (ed), Nanotechnology, Oxford University Press, Oxford 1996
Drexler E.K., Nanosystems – Molecular Machinery, Manufacturing and Computation,
J.Wiley, New York 1992
Kelsall R.W., Hamley I.W., Geoghegan M. (red), Nanotechnologie , PWN, Warszawa 2009
Kurzydłowski K., Lewandowska M. (red), Nanomateriały inżynierskie konstrukcyjne i funkcjonalne, PWN, Warszawa 2015

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MNT\_2st\_W01:**

Zna i rozumie podstawowe techniki wytwarzania mikro-elektro mechanicznych systemów (MEMS) i ich zastosowanie, zna i rozumie techniki badań urządzeń oraz materiałów w skali mikro i nanometrowej, zna i rozumie techniki wspomagające projektowanie urządzeń w skali mikro i nanometrowej

Weryfikacja:

Zaliczenie egzaminu z materiału omawianego na wykładzie
Obecność oraz test podsumowujący poszczególne laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04, K\_W08, K\_W10, K\_W14, K\_W02, K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, III.P7S\_WG, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka MNT\_2st\_W02:**

Zna i rozumie wykorzystanie procesów technologicznych potrzebnych do wytworzenia MEMS, wie jakie urządzenia można wykorzystać do diagnostyki MEMS

Weryfikacja:

Zaliczenie egzaminu z materiału omawianego na wykładzie
Obecność oraz test podsumowujący poszczególne laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04, K\_W08, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MNT\_2st\_U01:**

Potrafi stworzyć listę procesów technologicznych potrzebnych do wytworzenia prostego MEMS

Weryfikacja:

Zaliczenie egzaminu z materiału omawianego na wykładzie
Obecność oraz test podsumowujący poszczególne laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U05, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UU, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka MNT\_2st\_U02:**

Potrafi dobrać właściwą ścieżkę technologiczną i zaproponować właściwą sekwencje procesów technologicznych , potrafi dobrać właściwe procesy diagnostyczne w skali mikro i nanometrowej , potrafi zaprojektować ścieżkę wytwórczą MEMS od pomysłu do produktu finalnego

Weryfikacja:

Zaliczenie egzaminu z materiału omawianego na wykładzie
Obecność oraz test podsumowujący poszczególne laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, P7U\_U

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka MNT\_2st\_K01:**

Rozumie potrzebę ciągłego samorozwoju w zakresie nowych technik wytwarzania i nowych materiałów oraz doszkalania się w zakresie ciągle rozwijających się narzędzi informatycznych wspomagających proces projektowania

Weryfikacja:

Zaliczenie egzaminu z materiału omawianego na wykładzie
Obecność oraz test podsumowujący poszczególne laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01, K\_K02, K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR