

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2020-2022

(skrajne daty)

Rok akademicki 2020/2021

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

| | |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu | Przedmiot specjalizacyjny do wyboru: Podstawy systemów mikro i nanoelektromechanicznych (MEMS) |
| Kod przedmiotu* | |
| Nazwa jednostki prowadzącej kierunek | Kolegium Nauk Przyrodniczych |
| Nazwa jednostki realizującej przedmiot | Kolegium Nauk Przyrodniczych |
| Kierunek studiów | Inżynieria materiałowa |
| Poziom studiów | studia drugiego stopnia |
| Profil | ogólnoakademicki |
| Forma studiów | stacjonarne |
| Rok i semestr/y studiów | I rok, 1 semestr |
| Rodzaj przedmiotu | kierunkowy do wyboru |
| Język wykładowy | polski |
| Koordinator | dr inż. Małgorzata Trzyna-Sowa |
| Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących | dr inż. Małgorzata Trzyna-Sowa |

* -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 |
|--------------|-------|-----|-------|------|------|----|--------|---------------|------------------|
| 1 | 15 | | | 30 | | | | | 5 |

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)**

Wykład – egzamin

Laboratorium – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

| |
|---|
| Znajomość fizyki ogólnej, mikroelektroniki, podstawowych informacji o nanoobiektach i strukturach biologicznych i podstaw anatomii i fizjologii człowieka |
|---|

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

3.1 Cele przedmiotu

| | |
|----|---|
| C1 | <p>MEMS (ang. Micro Electro-Mechanical Systems) to układy łączące w sobie elementy mechaniczne i elektroniczne, ale wykonane w miniaturowej skali. Mają mikrometrowe rozmiary, choć wraz z postępem technologicznym powstają coraz mniejsze konstrukcje, które niekiedy nazywa się NEMS-ami (Nano-Electro-Mechanical Systems). Postępy w dziedzinie nanotechnologii w dużej mierze kształtują charakter nowoczesnej biologii i medycyny. Są to przede wszystkim rozwiązania konstrukcyjne nanourządzeń o aplikacjach biologicznych i medycznych, których podzespoły osiągają rozmiary rzędu nanometrów. Obecnie naukowcy na całym świecie są na etapie opracowywania prototypów MEMS/NEMS. W związku z tym tak doniosłe znaczenie ma przygotowanie specjalistów, którzy mogliby realizować tego typu urządzenia na poziomie laboratoryjnym, jak również przemysłowym. Podstawowym celem przedmiotu „Podstawy systemów mikro i nanoelektromechanicznych (MEMS)” jest dostarczenie podstawowej wiedzy o współczesnych rozwiązaniach technicznych i układowych, które są nie tylko jakościowo nowym rozwinięciem technologii mikroelektroniki klasycznej, ale i osiągnięcie jej kompatybilności z bioobjektami. Celem ćwiczeń jest nabycie praktycznych umiejętności modelowania struktur przy użyciu informatycznych narzędzi oraz technik analitycznych ich charakteryzacji. Dodatkowym celem ćwiczeń jest nabycie umiejętności pracy w zespole badawczym.</p> |
|----|---|

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

| EK (efekt uczenia się) | Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|------------------------|---|-------------------------------------|
| EK_01 | Student zna idee i metody tworzenia układów MEMS NEMS. | K_Wo1 |
| EK_02 | Student zna i rozumie rozszerzone i pogłębione zagadnienia z zakresu: budowy struktur biologicznych oraz nowoczesnych technik badań tego typu obiektów oraz zastosowania w technologii wytwarzania nowoczesnych materiałów. Student posiada wiedzę o wytwarzaniu obiektów biologicznych, potrafi dokonać doboru metody badawczej. | K_Wo2 K_Wo8 |
| EK_03 | Student potrafi zaprojektować, wykonać symulacje układów MEMS i NEMS z wykorzystaniem technik informatycznych oparciu o aktualne dane literaturowe, normy i standardy | K_Wo6, K_Wo7, K_U01 |
| EK_04 | Student potrafi przygotowywać opracowania wraz z omówieniem szczegółów, z wykorzystaniem źródeł w języku polskim i angielskim takich jak artykułów | K_U03 |

| | | |
|-------|---|-----------------------------------|
| | i podręczników związanych z inżynierią materiałową: instrukcji obsługi urządzeń technicznych, dokumentacji technicznej, komunikować swoje wyniki z realizacji zadania inżynierskiego, szczególnie z zakresu materiałów dla przemysłu lotniczego i nanomateriałów | |
| EK_05 | Student potrafi planować i przeprowadzić podstawowe badania struktury i własności fizycznych obiektów biologicznych z zastosowaniem poznanych metod eksperymentalnych oraz opracować wyniki, dokonać syntetycznego porównania z danymi literaturowymi oraz sporządzić raport z badań. | K_U05, K_U06, K_U07, K_U08, K_U12 |
| EK_06 | Student potrafi samodzielnie określić kierunki rozwoju w zakresie poznawania i zastosowania obiektów biologicznych i realizować proces samokształcenia | K_U08 |
| EK_07 | Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kwalifikacji. | K_K01 |

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne:

1. Zasady fizyki zintegrowanych układów elektro-mechanicznych (MEMS)
2. Materiałowe aspekty MEMS/NEMS
3. Technologia MEMS/NEMS, technika „top-down” i „bottom-up”. Technologia samoporządkowania się (self-assembly)
4. Niekonwencjonalne metody Micro- i Nanopatterningu. Mikrostereolitografia w technologii MEMS-ów
5. Mikromaszyny krzemowe – objętościowe i powierzchniowe
6. Mikroczujniki temperatury, promieniowania i wielkości mechanicznych pola magnetycznego.
7. MOEMS (układy optoelektromechaniczne), RF-MEMS (układy pracujące z falami radiowymi) i BIO-MEMS (układy przeznaczone do pracy z żywą materią).

B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne:

1. Otrzymywanie nano-wzorów za pomocą litografii elektronowej
2. Otrzymywanie nano-wzorów za pomocą litografii jonowej
3. Przygotowanie za pomocą Trymeru (urządzenie frezujące, tnące i szlifujące na nano poziomie) nanostruktur określonej konfiguracji
4. Przygotowanie za pomocą Ultramikrotomu powierzchni próbek w ultracienkich sekcjach do dalszych badań
5. Badanie za pomocą SEM, AFM i SIMS otrzymanych MEMS/NEMS

6. Projekt Wykonanie modeli teoretycznych wybranych struktur typu MEMS/NEMS oraz ich charakterystyka.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykłady klasyczne i wykłady z prezentacją multimedialną
 Laboratorium- wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń, praca w grupach (planowanie i przeprowadzenie eksperymentu, rozwiązywanie problemów badawczych metodą weryfikacji eksperymentu fizycznego, dyskusja).

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 | Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin | W, Lab. |
| EK_02 | Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin | W, Lab. |
| EK_03 | Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin | W, Lab. |
| EK_04 | Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin | W, Lab. |
| EK_05 | Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin | W, Lab. |
| EK_06 | Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin | W, Lab. |
| EK_07 | Ocena wiedzy studenta w trakcie zajęć, sprawozdanie, kolokwium, egzamin | W, 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. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się poprzez kolokwia, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Weryfikacja efektów uczenia się zajęć bez udziału nauczycieli odbywać się będzie na podstawie oceny z przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych oraz na egzaminie końcowym. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji

Wykłady – egzamin pisemny i ustny, brana jest także pod uwagę aktywność studenta na zajęciach.

Laboratorium – ocena końcowa na podstawie ocen cząstkowych z wykonania zadań zajęć laboratoryjnych i aktywności na zajęciach

dost. (51 - 60)% pkt,
+dost. (61 - 70)% pkt,
dobry (71 - 80)% pkt,
+dobry (81 - 90)% pkt,
bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

| Forma aktywności | Średnia liczba godzinna zrealizowanie aktywności |
|---|--|
| Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów | 45 |
| Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie) | 4 |
| Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.) | 86 |
| SUMA GODZIN | 135 |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS | 5 |

* 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. Jeremy Ramsden Nanotechnology Pergamon Press, 2011 – udostępnia prowadzący
2. Bionanotechnology and bioMEMS (BNM): state-of-the-art applications, opportunities, and challenges, 2023- udostępnia prowadzący
3. Ben Rogers Nanotechnology CRC Press Inc. 2011 – udostępnia prowadzący

| |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">4. Sangeeta N. Bhatia, TejalDesai BioMEMS and BiomedicalNanotechnology ,Springer, 2010 – udostępnia prowadzący5. J. Szuber, Powierzchniowe metody badawcze w nanotechnologi, Katowice, 2004 – udostępnia prowadzący |
| Literatura uzupełniająca: <ol style="list-style-type: none">1. Rashid Bashir (2005), "An Introduction to BioMEMS and Bionanotechnology," http://nanohub.org/resources/180.2. Methods for Nanopatterning and Lithography Materials Science. TM. Volume 6, http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/materials-science/material-matters/material_matters_v6n1.pdf3. RF MEMS: Passive Components and Architectures http://nanohub.org/resources/2141 |

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej