

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2021 - 2023

(skrajne daty)

Rok akademicki 2021/2022

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
Koordynator	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 nanoobiektych i strukturach biologicznych i podstaw anatomii i fizjologii człowieka

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	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.
----------------	---

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_Uo1
EK_04	Student potrafi przygotowywać opracowania wraz z omówieniem szczegółów, z wykorzystaniem źródeł w języku polskim i angielskim takich jak artykułów	K_Uo3

	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 samoporzędkowania się (self-assembly)
4. Niekonwencjonalne metody Micro- i Nanopatterningu. Mikrostereolitografia w technologii MEMS-ów
5. Mikromaszyny krzemowe – objętościowe i powierzchniowe
6. Mikroczipy 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 |
| <p>Literatura uzupełniająca:</p> <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/sigma-aldrich/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