

# PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA W NOWYM SĄCZU

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Instytut Techniczny

Kierunek studiów: Mechatronika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: Niestacjonarne

Kod kierunku: 06.0

Stopień studiów: I

Specjalności: Mechatronika stosowana  
Mechatronika pojazdów samochodowych

### 1 PRZEDMIOT

NAZWA PRZEDMIOTU	Technologia MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems)
KOD PRZEDMIOTU	IT 06.0 AIN B17 15/16
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe i kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2
SEMESTRY	5

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	PROJEKT	SEMINARIUM
5	8	8			

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstaw mikro i nanotechnologii

**Cel 2** Identyfikowanie podstawowych technologii wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS

**Cel 3** Dobieranie właściwych technologii wytwarzania MEMS środowiska Cel 5. Praca w zespole

**Cel 4** Projektowanie procesów technologicznych wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS

**Cel 5** Praca w zespole



## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

a Wiedza z przedmiotów poprzedzających - zgodnie z planem studiów

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1** Wiedza: Student opisuje budowę i wymienia podstawowe podzespoły (elementy) MEMS.

**EK2** Wiedza: Student ma podstawową wiedzę w zakresie technologii wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS.

**EK3** Umiejętności: Student potrafi dobierać technologie wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS.

**EK4** Umiejętności: Student umie projektować procesy technologiczne wytwarzania podzespołów (elementów) mechanicznych MEMS

**EK5** Kompetencje społeczne: Student posiada umiejętność współpracy zespołowej.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

### WYKŁAD

LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Mikro i nanotechnologie: definicje, przykłady i uwarunkowania rozwoju.	1
W2	Budowa, podstawy fizyczne działania i ogólna charakterystyka MEMS i NEMS	1
W3	Podstawy technologii wytwarzania MEMS.	2
W4	Nanowytwarzanie, technologie wytwarzania NEMS, technologie ostrzowe oraz technologie molekularne (podejście bottom up), przykłady praktycznych zastosowań.	1
W5	Technologie wytwarzania mechanicznych mikroelementów (aktuatorów) MEMS (podejście top down): odróbka skrawaniem, obróbka elektroerozyjna, elektrochemiczna i laserowa, obróbka plastyczna, metoda LIGA, metody przyrostowe oraz przykłady zastosowań.	3
	RAZEM	8

### ĆWICZENIA

LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Budowa, zasada działania i możliwości wykorzystania w mikro i nanotechnologiach oraz wytwarzaniu MEMS i NEMS mikroskopu tunelowego (MST) i mikroskopu sił atomowych (AFM)	2
C2	Budowa krzemu monokrystalicznego, zależności geometryczne, właściwości mechaniczne i termiczne. Podłoża mikromechaniczne.	1
C3	Podstawowe krzemowe konstrukcje mikromechaniczne: membrany, belki, układy belek, otwory, ostrza, konfiguracje łączone; właściwości mechaniczne, podstawy projektowania, przykłady zastosowania w mikrosystemach.	2
C4	Projektowanie procesów technologicznych wytwarzania mechanicznych mikroelementów (aktuatorów) MEMS: obróbka skrawaniem, obróbka elektrochemiczna, elektroerozyjna, laserowa, metoda LIGA, obróbka plastyczna, metody przyrostowe; (np.: SLS, SLA itp.)	2
C5	Aktuatory mikromechaniczne, proste konstrukcje mikrośiłowników, przekładnie i łożyska przykłady rozwiązań	1
	RAZEM	8



## 7 METODY DYDAKTYCZNE

M1 Wykłady

M2 Praca w grupach

M3 Prezentacje multimedialne

M4 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	16
Konsultacje przedmiotowe	0
Egzaminy i zaliczenia w sesji	1
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	22
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	11
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>50</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Aktywność na zajęciach

F3 Referat

F4 Kolokwium

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA AKADEMICKIEGO

1 Projekt indywidualny

2 Test

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 1
---------------------	------------------------	-----------------------



NA OCENĘ 3	Student potrafi miernie omówić budowę i wymienić podstawowe podzespoły (elementy) MEMS ale nie potrafi narysować schematu blokowego MEMS.	wykład	100 % ocena z kolokwium
NA OCENĘ 4	Student potrafi wystarczająco omówić budowę i wymienić podstawowe podzespoły (elementy) MEMS oraz narysować schemat blokowy MEMS.		
NA OCENĘ 5	Student potrafi bardzo dobrze omówić budowę i wymienić podstawowe podzespoły (elementy) MEMS oraz narysować schemat blokowy MEMS oraz podać przykłady zastosowań oraz omówić zasadę działania.		
EFEKT KSZTAŁCENIA 2		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 2
NA OCENĘ 3	Student miernie rozróżnia podstawowe technologie wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS.	wykład	100 % ocena z kolokwium
NA OCENĘ 4	Student dobrze rozróżnia podstawowe technologie wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS oraz potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne tych technologii.		
NA OCENĘ 5	Student dobrze rozróżnia podstawowe technologie wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS oraz potrafi wymienić podstawowe zjawiska fizyczne występujące w tych technologiach oraz nasycować schematy blokowe urządzeń.		
EFEKT KSZTAŁCENIA 3		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 3
NA OCENĘ 3	Student potrafi wskazać możliwe technologie wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS.	ćwiczenia	50 % ocena wyliczona ze średniej arytmetycznej ocen z odpowiedzi ustnych + 30 % ocena za referat + 20% średniej arytmetycznej ocen za aktywność na zajęciach
NA OCENĘ 4	Student potrafi wskazać i dobrze uzasadnić wybór technologii wytwarzania podzespołów (elementów) MEMS.		
NA OCENĘ 5	Student potrafi wskazać i bardzo dobrze uzasadnić wybór racjonalnych technologii wytwarzania na przykładzie konkretnych podzespołów (elementów) MEMS.		
EFEKT KSZTAŁCENIA 4		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 4
NA OCENĘ 3	Mierna umiejętność doboru urządzenia lub grupy urządzeń do racjonalnej produkcji założonego wyboru oraz zaprojektowania, zorganizowania i nadzorowania procesów produkcyjnych	ćwiczenia	50 % ocena wyliczona ze średniej arytmetycznej ocen z odpowiedzi ustnych + 30 % ocena za referat + 20% średniej arytmetycznej ocen za aktywność na zajęciach
NA OCENĘ 4	Dobra umiejętność doboru urządzenia lub grupy urządzeń do racjonalnej produkcji założonego wyboru oraz zaprojektowania, zorganizowania i nadzorowania procesów produkcyjnych		



NA OCENĘ 5	Wyróżniająca umiejętność doboru urządzenia lub grupy urządzeń do racjonalnej produkcji założonego wyboru oraz zaprojektowania, zorganizowania i nadzorowania procesów produkcyjnych systemów wytwarzania.		
EFEKT KSZTAŁCENIA 5		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 5
NA OCENĘ 3	Student z trudem (biernie) dostosowuje się do pracy w zespole.	ćwiczenia	50 % ocena z aktywności + 50% ocena za kreatywność i udział pracy w zespole
NA OCENĘ 4	Student potrafi dobrze ale biernie pracować w zespole.		
NA OCENĘ 5	Student potrafi bardzo dobrze (aktywnie i kreatywnie) pracować w zespole oraz organizować pracę tego zespołu.		

**OCENA DO INDEKSU (OCENA PODSUMOWUJĄCA)**

20% oceny EK1 + 20% oceny EK2 + 30% oceny EK3 + 20% oceny EK4 + 10% oceny EK5. Do wyliczenia ocen stosuje się zasadę, że: od 2,50 do 3,25 dst; od 3,26 do 3,70 +dst; od 3,71 do 4,30 db; od 4,31 do 4,65 +db; od 4,66 do 5,00 bdb

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

a pozytywnie zaliczone kolokwium

b pozytywna ocena z ćwiczeń (odpowiedzi, referat, aktywność)

**10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU**

EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU	ODNIESIENIE DO EFEKTÓW KIERUNKOWYCH	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	METODY DYDAKTYCZNE
EK1	MT_W16, MT_UB02, MT_UB01, MT_W07, MT_UB04, MT_W11, MT_UP09	Cel1, Cel2, Cel3, Cel4, Cel5	W1, W2, W3, W4, W5, C1, C2, C3, C4, C5	M1, M2, M3, M4
EK2	MT_W16, MT_UB02, MT_UB01, MT_W07, MT_UB04, MT_W11, MT_UP09	Cel1, Cel2, Cel3, Cel4, Cel5	W1, W2, W3, W4, W5, C1, C2, C3, C4, C5	M1, M2, M3, M4



EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU	ODNIESIENIE DO EFEKTÓW KIERUNKOWYCH	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	METODY DYDAKTYCZNE
EK3	MT_W16, MT_UB02, MT_UB01, MT_W07, MT_UB04, MT_W11, MT_UP09	Cel1, Cel2, Cel3, Cel4, Cel5	W1, W2, W3, W4, W5, C1, C2, C3, C4	M1, M2, M3, M4
EK4	MT_W16, MT_UB02, MT_UB01, MT_W07, MT_UB04, MT_W11, MT_UP09	Cel1, Cel2, Cel3, Cel4, Cel5	W1, W2, W3, W4, W5, C1, C2, C3, C4, C5	M1, M2, M3, M4
EK5	MT_W16, MT_UB02, MT_UB01, MT_W07, MT_W11, MT_UP09	Cel1, Cel2, Cel3, Cel4, Cel5	W1, W2, W3, W4, W5, C1, C2, C3, C4, C5	M1, M2, M3, M4

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R.W. Kesall, I.W. Hamley, M. Geoghan — *Nanotechnologie*, Warszawa, 2008, PWN
- [2] J.A. Dziuban — *Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo szklanych w technice mikrosystemów*, Wrocław, 2004, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [3] S. Węgrzyn, L. Znamirowski — *Zarys nanonauki i informatycznych molekularnych nanotechnologii*, Gliwice, 2008, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [4] M. Marciniak (red.), — *Elementy automatyzacji we współczesnych procesach wytwarzania: obróbka, mikroobróbka, montaż*, Warszawa, 2007, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [5] J. M. Jackson — *Micro- and nanofabrication*, Londyn, Nowy Jork, 2006, CRC Press Taylor and Francis Group; dostępna na: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] F. Craig — *Precision manufacturing Processes Applied to Miniaturization Technologies*, Nowy Jork, 2006, [www.me.mtu/microweb](http://www.me.mtu/microweb)
- [2] J.A. Dziuban — *Bonding in Microsystem Technology*, Gdańsk, 1997, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
- [3] B. Dręczewski, A. Herman, P. Wroczyński — *Nanotechnologia. Stan obecny i perspektywy*, Gdańsk, 2007, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
- [4] A. Ruszaj — *Niekonwencjonalne metody wytwarzania elementów maszyn i narzędzi*, Kraków, 1999, Wydawnictwo IOS
- [5] B. Bushan — *Springer Handbook of Nanotechnology*, Nowy Jork, 2007, Springer - dostępna na stronie wydawnictwa



## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Maria Chuchro (kontakt: mychuchro@poczta.fm)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

dr inż. Maria Chuchro (kontakt: mychuchro@poczta.fm)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)	(odpowiedzialny za przedmiot)	(kierownik zakładu)	(dyrektor instytutu)
---------------------	-------------------------------	---------------------	----------------------

PWSZ w Nowym Sączu

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....