**Nazwa przedmiotu:**

Modelowanie i projektowanie mikrosystemów

**Koordynator przedmiotu:**

Jerzy Weremczuk

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

PIMI

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta wygląda następująco:
- udział w wykładach: 15 x 1 godz. = 15 godz.,
- przygotowanie do kolejnych wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury): 15 godz.
- realizacja zadań laboratoryjnych 15 x 2 godz. = 30 godz ,
- przygotowanie do zajęć laboratoryjnych : 20 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 10 godz. (pomijamy ew. egzamin ustny)
Łączny nakład pracy studenta wynosi zatem: 15 + 15 + 30 + 20 + 10 = 90 godz., co odpowiada ok. 4 punktom ECTS.

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 30h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

wskazane zaliczenie "Podstaw mikrosystemów" lub podobnego przedmiotu

**Limit liczby studentów:**

20

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami i narzędziami służącymi do projektowania i modelowania mikrosystemów. Po ukończeniu przedmiotu studenci powinni potrafić samodzielnie przejść całą ścieżkę projektowania od narysowania topologii mikrosystemu, poprzez sprawdzenie poprawności i wykonywalności projektu w danej technologii, symulację działania oraz optymalizację projektu.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
 Przegląd pojęć podstawowych i metod modelowania na poziomie stałych rozłożonych, podstawy metod elementów skończonych (Finite Element Method), metody elementów brzegowych (Boundary Element Method), metody objętości skończonej (Finite Volume Method) oraz metody różnic skończonych (Finite Difference Method). (4 godz.)
 Wprowadzenie do środowiska Coventor. Przedstawienie metodologii projektowania i symulacji. mikrosystemów na przykładowych konstrukcjach (6 godz.).
 Zastosowanie elektrycznych obwodów zastępczych do modelowania zjawisk nieelektrycznych występujących w mikrosystemach. Modelowanie z wykorzystaniem elementów o stałych skupionych i rozłożonych (2 godz.)
 Modele behawioralne, języki dedykowanych do modelowania systemów VHDL-AMS (2 godz.)
 Problemy związane z identyfikacja parametrów, perspektywy rozwojowe (1 godz.).
Zakres ćwiczeń, laboratorium, projektu:
Lab.1 (3+3 godz.) Krzemowy czujnik ciśnienia (projektowanie geometrii, symulacja naprężeń membrany, symulacja zmian pojemności, optymalizacja rozmiarów membrany i lokalizacji piezorezystorów)
Lab.2 (3+3 godz.) Czujniki gazów z grzaną membraną (projektowanie geometrii, obliczenia pola rozkładu temperatury dla zadanej konfiguracji grzejnika, optymalizacja kształtu grzejnika pod kątem uzyskania równomierności rozkładu pola temperatury)
Lab.3 (3+3 godz.) Czujnik przyspieszenia z masą sejsmiczną (projektowanie struktury czujnika, obliczenia odkształceń w warunkach dynamicznych, optymalizacja kształtu i rozmiaru zawieszeń masy sejsmicznej)
Lab.4 (3+3 godz.) Mikrosystem typu LoC (symulacja przepływu cieczy o zadanych parametrach w mikrokanałach – wymuszenie ciśnieniowe i elektroosmotyczne, mieszanie cieczy, optymalizacja kształtów kanałów)
Lab.5 (3+3 godz.) Mikrosystem biologiczny (symulacja systemu do PCR- polymerase chain reaction, optymalizacja pola temperatury i szybkości przepływu)

**Metody oceny:**

Zaliczenie kolokwium z zakresu materiału wykładowego (30% punktów) i zaliczenie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych (60% punktów). Ocena jest wypadkową z sumy uzyskanych punktów wg. skali 50-59% ocena 3, 60-69% ocena 3.5, 70-79% ocena 4, 80-89% ocena 4.5, 90-100% ocena 5.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Bielski Jan, „Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań metody elementów skończonych”, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2010
2. Mìlenìn Andrìj Anatolìjovič, „Podstawy metody elementów skończonych”, Wydawnictwo Akademii Górniczo Hutniczej 2010
3. Sadecka Lilianna, „Metoda różnic skończonych i metoda elementów skończonych w zagadnieniach mechaniki”, Wydawnictwo Politechniki Opolskiej 2010
4. Grabarski Adam, „Wprowadzenie do metody elementów skończonych”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2008
5. Reddy Junuthula Narasimha, „The finite element method in heat transfer and fluid dynamics”, Boca Raton 2010
6. Faraone L. Red, „Microelectronics, MEMS and Nanotechnology”, Institute of Physics Publ., 2006
7. Senturia, Stephen D, „Microsystem design”, Springer, 2001
8. Meng, Ellis, Biomedical microsystems, CRC Press, 2011
9. Opisy funkcji programu Coventor i kursy multimedialne dostępne na stronie http://www.coventor.com
10. Opisy projektów studenckich na stronie http://www.coventor.com/mems/techinfo/university.html

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Student zna budowę podstawowych mikrosystemów

Weryfikacja:

kolokwium. - cz. pisemna

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W03, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Student zna budowę podstawowych mikrosystemów

Weryfikacja:

kolokwium. - cz. pisemna , zaliczenie ćwiczenia lab

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil praktyczny - wiedza

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Student zna budowę podstawowych mikrosystemów

Weryfikacja:

kolokwium. - cz. pisemna, zajecia lab.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil praktyczny - umiejętności

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Student potrafi zaprojektować prosty mikrosystem

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczenia lab.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil praktyczny - kompetencje społeczne

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczenia lab.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**