**Nazwa przedmiotu:**

Mikrosystemy optyczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Michał Józwik, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Wariantowe

**Kod przedmiotu:**

MSO

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 34, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 4h;
2) Praca własna studenta 34, w tym:
a) przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego - 8h;
b) przygotowanie do laboratorium - 5h;
c) opracowanie sprawozdań laboratoryjnych - 16h;
d) studia literaturowe - 5h;
Suma: 68 h (2 ECTS)

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

1 punkt ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 34, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 4h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 34, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 4h;
2) Praca własna studenta 34, w tym:
a) przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego - 8h;
b) przygotowanie do laboratorium - 5h;
c) opracowanie sprawozdań laboratoryjnych - 16h;
d) studia literaturowe - 5h;
Suma: 68 h (2 ECTS)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy fotoniki. Optomechatronika. Technika laserowa lub przedmioty o podobnym zakresie programowym.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Znajomość specyfiki i parametrów komponentów mikrooptycznych oraz mikrosystemów optycznych. Przedstawienie technik projektowania, wytwarzania, integracji i testowania.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Wprowadzenie. Podstawowe definicje i systematyka mikrosystemów. Elementy refrakcyjne i dyfrakcyjne. Specyfika elementów mikrooptycznych. Mikrooczewka i macierze mikrosoczewek. Projektowanie elementów dyfrakcyjnych (DOE). Wydajność dyfrakcyjna i jej spadek ze względu na niedokładność kształtu, długość fali, dyfrakcyjna korekcja aberracji chromatycznej, rozszerzona skalarna teoria dyfrakcji dla DOE. DOE jako niekonwencjonalne elementy optyczne. Metody numeryczne projektowania DOE. Przykłady wykorzystania DOE w złożonych mikrosystemach. Holograficzne elementy optyczne – projektowanie i efekt pixela. Szybki binarny modulator światła typu Digital Micro-Mirror Device. Modulatory akustooptyczne. Kryształy i światłowody fotoniczne. Przegląd technologii wytwarzania mikrosystemów, elementów optyki refrakcyjnej i dyfrakcyjnej, planarnej i zintegrowanych struktur fotonicznych (technologia MEMS/MOEMS, mikrostereolitografia, obróbka wiązką lasera i jonów, LIGA, techniki replikacji z użyciem polimerów: wytłaczanie na gorąco i wtrysk). Integracja podzespołów mikromechanicznych z układami optycznymi i elektronicznymi. Metody łączenia optyki światłowodowej i falowodowej. Przegląd technik pomiarowych i aparatury do badań mikrosystemów optycznych. Komercjalizacja, perspektywy rozwoju i przegląd zastosowań.
Laboratorium:
Projektowanie siatek dyfrakcyjnych z użyciem metod: FMM i TEA.
Hologramy syntetyczne i elementy ogniskujące - projektowanie i badanie właściwości.
Pomiary mikrosoczewek z wykorzystaniem cyfrowego mikroskopu holograficznego.
Badanie kształtu i modów drgań urządzenia MOEMS metodą stroboskopową.
Badanie własności soczewki zmiennoogniskowej w układzie obrazowania.

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia z treści wykładowych (50%), Ocena z laboratorium (50%)

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

R. Jóźwicki, Podstawy inżynierii fotonicznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006
M.C. Gupta, Handbook of Photonics, CRC Press, New York 1997
B.A.E. Saleh, M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, J. Wiley & Sons, Inc. New York 1991
B.C Kress, Applied Digital Optics, Wiley 2009
V. A. Soifer, Methods of Computer Design of Diffractive Optical Elements, Wiley-Interscience 2001
S. Sinzinger, J. Jahns: Microoptics, Wiley-VCH, Berlin 1999
R. Beck, Technologia krzemowa, WN PWN, Warszawa 1991
J. Dziuban, Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo-szklanych w technice mikrosystemów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002
W. Osten (ed): Optical Inspection of Microsystems, CRC Press, 2020

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MSO\_W01:**

Zna podstawowe techniki wytwarzania, zasady projektowania i aplikacje mikrosystemów optycznych

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium z materiału omawianego na wykładzie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08, K\_W09, K\_W14

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MSO\_U01:**

Potrafi zaproponować metodykę badań wybranych elementów mikrooptycznych wchodzących w skład mikrosystemów

Weryfikacja:

Zaliczenie laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17, K\_U01, K\_U02, K\_U04, K\_U14

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

**Charakterystyka MSO\_U02:**

Potrafi zamodelować strukturę DOE i obliczyć jej parametry

Weryfikacja:

Zaliczenie laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka MSO\_K01:**

Potrafi pracować w zespole i kierować jego praca

Weryfikacja:

Zaliczenie laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

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