

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2021/2022 – 2024/2025

(skrajne daty)

Rok akademicki 2023/2024

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Układy fotoniczne i optoelektroniczne</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Instytut Inżynierii Materiałowej
Kierunek studiów	Mechatronika
Poziom studiów	Studia I-go stopnia
Profil	praktyczny
Forma studiów	Studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok III, semestr 6
Rodzaj przedmiotu	Przedmiot specjalnościowy
Język wykładowy	polski
Koordinator	dr hab. Ireneusz Stefaniuk prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Ireneusz Stefaniuk prof. UR dr inż. Wojciech Żyłka

\* -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
6	15			30					3

**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) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

Wykład – zaliczenie bez oceny.

Laboratoria – zaliczenie z oceną.

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Podstawowe wiedze z fizyki i matematyki, elektrotechniki, elektroniki materiałoznawstwa, metrologii elektrycznej, fotoniki. Biegłość w obsłudze komputera i systemu Windows.

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawami optoelektroniki i fotoniki. Przedstawienie rozwoju od optyki instrumentalnej i geometrycznej przez optykę falową, elektrodynamikę, optykę kwantową do inżynierii fotonicznej.
C2	Wypracowanie rozumienia powiązania elektroniki, optyki i fotoniki przez uświadomienie problemu nośnika informacji, przewag i ograniczeń jak fizycznych tak i technologicznych.
C3	Wypracowanie podejścia do projektowania urządzeń optoelektronicznych i fonicznych dla systemów mechatronicznych z uwzględnieniem synergicznej zależności różnych dziedzin, w tym materiałów optycznych i fonicznych.
C4	Omówienie zagadnień dotyczących metodyki projektowania urządzeń i metod technologicznych. Przedstawienie podstawowych i nowoczesnych materiałów, wykorzystywanych w układach: dielektryków, półprzewodników, magnetyków, metalów, materiałów funkcjonalnych i kryształów fonicznych.
C5	Przedstawienie technik informatycznych i telekomunikacyjnych opartych na układy optoelektroniczne i foniczne (telekomunikacja optyczna, schemat ogólny sieci, sieć przezroczysta). Przegląd źródeł światła, LED, OLED, laserów, diod laserowych, macierzy mikrolaserów, przestrzennych modulatorów światła, smart pixels, displeje, metod detekcji sygnałów optycznych, kamery CCD, CMOS.
C6	Analiza połączenia optycznego w wolnej przestrzeni i światłowodami. Przedstawienie zasad optyki zintegrowanej – układy scalone foniczne i fotonika krzemowa, mikrooptyka, MOEMS, optyka dyfrakcyjna i fotorefrakcyjna.
C7	Opisanie metody komputerowego wspomaganie projektowania na przykładzie takich zintegrowanych środowisk jak ZEMAX.
C8	Zastosowanie układów optoelektronicznych i fonicznych w różnych dziedzinach działalności człowieka.

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu Student:	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną wiedzę z zakresu elektryczności, magnetyzmu i optyki, przydatną do rozumienia zjawisk zachodzących w systemach mechatronicznych.	K_Wo2
EK_02	potrafi pozyskiwać wiedzę z zakresu innowacji technologicznych oraz nowych rozwiązań materiałowych w inżynierii fonicznej - potrafi w oparciu o udokumentowaną wiedzę formułować opinie	K_U01
EK_03	ma umiejętność samokształcenia się, m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	K_U19

<sup>1</sup> W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

EK_04	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu m.in. poprzez środki masowego przekazu informacji i opinii dotyczących osiągnięć technicznych; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały.	K_Ko4
-------	---	-------

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Dlaczego fotonika? Optyka a fotonika i ich miejsce w mechatronice. Foton jako nośnik informacji i nośnik energii. Słońce i skala fal elektromagnetycznych. Układy fotoniczne w życiu człowieka i zapotrzebowanie techniczne.
Elementy układów optoelektronicznych i fonicznych, systemów mechatronicznych. Źródła światła. LED, OLED. Zasady działania, materiały i technologie.
Lasery. Zasady działania. Rodzaje i klasyfikacja. Właściwości promieniowania laserowego. Zastosowanie w technologiach informatyczno-pomiarowych, mikro- nanotechnologii, technologii przemysłowej, inżynierii medycznej. Technologia foniczna w inżynierii materiałowej.
Kształtowanie wiązki laserowej przez układy optyczne, metody realizacji modulacji dobroci rezonatora. Detekcja sygnałów optycznych w szerokich pasmach fal elektromagnetycznych. Od fotoelementu do fototranzystora. Sensoryka optyczna. Technika, materiały i układy IR. Kamery CCD, CMOS, kamery termowizyjne.
Kryształy foniczne (struktura pasmowa kryształów fonicznych, odbicie Bragga, foniczna przerwa wzbroniona) i metody ich wytwarzania. Prawo załamania światła dla kryształów fonicznych, ujemny współczynnik załamania światła. Metamateriały optyczne. Podstawy optyki nieliniowej.
Światłowody, ich rodzaje i klasyfikacja. własności, pomiary charakterystyk. Sprzęganie światłowodów. Prowadzenie światła w światłowodach fonicznych. Technologia wytwarzania, łączenia. Konektory. Działanie elementów fonicznych: falowody, światłowody foniczne z przerwą wzbronioną, sprzęgacze, dzielniki, rezonatory, elementy dyfrakcyjne, hologramy, czujniki światłowodowe, modulatory światła, wyświetlacze LCD, siatki i zwierciadła Bragga, filtry interferencyjne, powłoki, czujniki plazmonowe
Układy modulacji światła. Elementy mikro optyki. Zastosowanie światłowodów w układach optoelektronicznych. Kolektory i fotoogniwa słoneczne. Materiały i układy dla energetyki słonecznej. Techniki wytwarzania.

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne
1. Zajęcia organizacyjne. Zapoznanie się z zasadami zaliczenia przedmiotu. Przedstawienie tematów ćwiczeń, ich zakresu oraz wymaganego harmonogramu. Metody pracy nad ćwiczeniami. Rozpisanie zadań i zakresu wiedzy do zdobycia. Korzystanie z dokumentacji katalogowych oraz przewodników. Opracowywanie wstępnych koncepcji rozwiązań. Zasady ochrony własności intelektualnej (zgłoszenia patentowe, wzory użytkowe).
2. Badanie ogniwa słonecznego. Złącze p-n, poziom Fermiego, pasmo walencyjne, pasmo przewodnictwa, fotoprzewodnictwo. Energia słońca. Foto konwersja energii słonecznej. Fotoogniwo. Bateria słoneczna. Materiały i technologie. Projektowanie baterii słonecznej.

Foto kolektory słoneczne.
3. Laser medyczny. Laseroterapia, promieniowanie podczerwone, właściwości, zastosowanie.
4. Lasery jako źródła fotonów i źródła energii. Ogniskowanie w przestrzeni i ogniskowanie w czasie. Badanie podstawowych parametrów laserów He-Ne, laserów półprzewodnikowych (dioda laserowa). Badanie czujnika położenia na podstawie fotodiody czteroelementowej. Efekt fotoelektryczny, fotorezystor, fotodioda.
5. Badanie czujki alarmowej ultradźwiękowej, podczerwieni oraz dualnej. Metody powstawania ultradźwięków. Efekt Dopplera, soczewka Fresnela.
6. Sprzężona oscylatory świetlne. Dudnienie, teoria sprzężonych oscylatorów.
7. Badanie refleksyjności świetlnej materiałów.
8. Badanie modulatorów światła laserowego.
9. Badanie wpływu częstotliwości barw światła na czułość oka.
10. Badanie elektronicznego czujnika drgań. Czujnik piezoelektryczny, światłowód, generator wolnych przebiegów, drgania okresowe, nieokresowe, samowzbudne, tłumione. Rodzaje czujników. Badanie światłowodowego czujnika wibracji.
11. Badanie diody laserowej, laser półprzewodnikowy, właściwości wiązki lasera, modulator optyczny, emisja wymuszona, rezonator optyczny.
12. Badanie procesu fotopolimeryzacji. Polimeryzacja laserowa, światłem UV. Źródła światła w fotopolimeryzacji, zjawisko skurczu w utwardzaniu chemicznym i fotopolimeryzacji, zastosowanie foto polimerów.
13. Termowizja oraz moduł foto plazmatyczny w badaniach biomedycznych. Badanie zmian fizjologicznych człowieka kamerą termowizyjną.
14. Biomedyczny system pomiarowy KL-720. Moduł pomiaru elektrokardiologicznego, elektromiograficznego, elektrookulograficznego, ciśnienia krwi, wentylacji układu oddechowego, tętna, impedancji ciała. Badania kamera termowizyjną.

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja problemowa.

Ćwiczenia laboratoryjne: projektowanie doświadczeń, wykonywanie doświadczeń.

## 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	Kolokwium	wykład, lab.
Ek_02	Wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych	lab.
EK_03	Sprawozdanie	lab.
Ek_04	Projektowanie doświadczeń	lab.

#### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

**Wykład:** kolokwium zaliczeniowe.

**Ćwiczenia laboratoryjne:**

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest wykonanie ćwiczeń i ich obrona: przygotowanie sprawozdań (wpływ na ocenę 0.5) oraz zaliczenie kolokwium (wpływ na ocenę 0.5).

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

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	10
Godziny nie kontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	20
SUMA GODZIN	75
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>3</b>

\* 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] Gupta M.C.: Handbook of photonics, CRC Press, 1997.
- [2] Domański A.W.: Układy i urządzenia optoelektroniczne, Wyd. w ramach "Tempus Series in Applied Physics", Oficyna Wyd. PW, Warszawa 1997.
- [3] Saleh A.E., Teich M.C.: Fundamentals of Photonics, J. Wiley & Sons, Inc. New York 1991.
- [4] Sinzinger S., Jahns J.: Microoptics, Wiley-VCH, 1999.
- [5] R. Józwicki: Podstawy inżynierii fotonicznej. Ofic. Wyd. PW, Warszawa 2006.
- [6] I. Stefaniuk, Technologie laserowe, skrypt UR 2014

Literatura uzupełniająca:

- [1] R. Józwicki: Optyka laserów - WNT, Warszawa 1981.
- [2] H. Klejman: Lasery (Biblioteka Problemów). PWN, Warszawa 1979.
- [3] World of Microsystems: materiały z płyty multimedialnej. ISBN 2-88238-004-6, 2004.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej