**Nazwa przedmiotu:**

Fizyka Przyrządów Półprzewodnikowych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Maciej Bugajski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Fizyka Techniczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 20h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 10h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Przedmioty poprzedzające: Technologia i charakteryzacja układów niskowymiarowych, Nanostruktury.
Znajomość podstaw mechaniki kwantowej i elektrodynamiki klasycznej.
Znajomość fizyki ciała stałego, ze szczególnym uwzględnieniem fizyki półprzewodników.
Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego oraz analizy wektorowej.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Celem wykładu jest zapoznanie słuchaczy z podstawami fizycznymi działania nowoczesnych przyrządów optoelektronicznych. Wykład dostarczy słuchaczom wiedzy niezbędnej dla projektowania i optymalizacji przyrządów optoelektronicznych.

**Treści kształcenia:**

Przedmiotem wykładu będą półprzewodnikowe przyrządy optoelektroniczne Omówione zostaną podstawowe zjawiska fizyczne, które leżą u podstaw generacji, detekcji i modulacji światła w półprzewodnikach. Szczególny nacisk położony będzie na przyrządy optoelektroniczne nowej generacji wykorzystujące półprzewodnikowe struktury o obniżonej wymiarowości; lasery na studniach kwantowych, kwantowe lasery kaskadowe, nowoczesne detektory i modulatory światła. Wykład kończyć będzie przegląd funkcjonalnych systemów optoelektronicznych. Omówione zostaną światłowodowe systemy telekomunikacyjne, optoelektroniczne systemy śledzenia i monitorowania i obrazowania.
Program:
Część I . Podstawy fizyczne
1. Podstawy elektroniki półprzewodnikowej
2. Struktura pasmowa i zjawiska optyczne
3. Podstawy teorii elektromagnetycznej
Część II. Półprzewodnikowe przyrządy optoelektroniczne
1. Generacja, propagacja i detekcja światła
2. Kwantowe efekty rozmiarowe w strukturach niskowymiarowych
3. Lasery na studniach kwantowych.
4. Lasery o emisji powierzchniowej (VCSEL)
5. Lasery unipolarne (kaskadowe)
6. Modulatory elektroabsorpcyjne
7. Detektory podczerwieni na studniach kwantowych
8. Lasery z kryształami fotonicznymi.
Część III. Systemy optoelektroniczne i zastosowania
1. Układy funkcjonalne złożone z elementów optoelektronicznych
2. Systemy telekomunikacji (WDM, DWDM)
3. Zastosowania w przemyśle, ochronie środowiska i medycynie

**Metody oceny:**

Podstawą zaliczenia przedmiotu będą prace domowe (5 w semestrze) i egzamin końcowy w formie testu. Prace domowe będą miały charakter zadań rachunkowych.
Wagi poszczególnych składowych: prace domowe: 0.6, egzamin końcowy: 0.4.
Wymagania na ocenę końcową: dostateczny – 50 % możliwych do zdobycia punktów, dobry – 65 % , bardzo dobry – 80 %.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. B. Mroziewicz, M. Bugajski, W. Nakwaski, Physics of semiconductor lasers, North Holland 1991
2. M. Bugajski, Low dimensional semiconductor structures, Tempus Series in Applied Physics, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1997
3. S. L. Chuang, Physics of optoelectronics devices, Willey, 1995
4. B. Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo UMK Toruń, 2005
5. K. Perlicki, Systemy transmisji optycznej WDM, WKŁ 2007

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt FPP\_W01:**

Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat fizycznych podstaw działania urządzeń półprzewodnikowych.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W03, X2A\_W04, X2A\_W05, T2A\_W03, T2A\_W04, InzA\_W02, InzA\_W05

**Efekt FPP\_W02:**

Ma wiedzę na temat różnych rozwiązań technologicznych związanych z urządzeniami półprzewodnikowymi oraz problemów i wyzwań w tej dziedzinie.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W06, T2A\_W05, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt FPP \_U01:**

Potrafi określić parametry półprzewodników mające wpływ na działanie urządzeń półprzewodnikowych.

Weryfikacja:

sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U02, X2A\_U04, T2A\_U09

**Efekt FPP \_U02:**

Umie wyciągać wnioski z wyników prostych symulacji działania złączy półprzewodnikowych

Weryfikacja:

sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08

**Efekt FPP \_U03:**

Potrafi przedstawić wyniki eksperymentu w postaci raportu naukowego.

Weryfikacja:

sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U08, X2A\_U09, T2A\_U03, T2A\_U04

**Efekt FPP \_U04:**

potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich w dziedzinie fizyki technicznej, w tym nietypowych, uwzględniając aspekty pozatechniczne w zakresie studiowanej specjalności

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U01, X2A\_U02, T2A\_U17, InzA\_U06

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt FPP \_K01:**

Potrafi współpracować w grupie przy planowaniu i wykonywaniu eksperymentu.

Weryfikacja:

ćwiczenie laboratoryjne

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_K02, T2A\_K03

**Efekt FPP \_K02:**

Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_K02

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_K05, T2A\_K01