**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy techniki światłowodowej

**Koordynator przedmiotu:**

Kazimierz JĘDRZEJEWSKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

PTSW

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

135, w tym: udział w wykładach i seminariach projektowych 60, przygotowanie do kolejnych wykładów i realizacji projektu 10, udział w konsultacjach 15, realizacja zadań projektowych 35, przygotowanie do kolokwium 10, przygotowanie do oraz obecność na egzaminie 15

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

3

**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: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 30h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa wiedza z fizyki - optyka, teorii pola

**Limit liczby studentów:**

40 - 45

**Cel przedmiotu:**

(POL)
Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z właściwościami oraz możliwościami wykorzystania światłowodów w technikach optoelektronicznych. Szczególną uwagę zwrócono na własności propagacyjne włókien optycznych, światłowody do zastosowań specjalnych, ich parametry, metody realizacji oraz bieżące rozwiązania w układach optoelektronicznych. Zostaną również omówione zagadnienia technologiczne i własności podzespołów wykonanych w technice włóknistej stanowiących elementy nowoczesnych sieci światłowodowych. W części projektowej nacisk jest położony na samodzielne poszukiwanie materiałów w literaturze, opracowanie i prezentację w grupie oraz ocenę najnowszych osiągnięć w tej dziedzinie.
(EN)
Fiberoptics is one of the most advanced and attractive technological discoveries in recent years. We present theory and practical fiber applications in telecom, metrology and other optoelectronic applications. Different fiber types will be presented and their properties outlined. Different fiber technologies including special fiber designs will be also presented. Fiber network devices, their technologies, spectral properties and useful characteristics will be also given.
Project part is concentrated on individual search in the literature on most advanced research of the proposed subject, written and oral presentation in form of seminar, discussion within the students group.

**Treści kształcenia:**

(PL) Podstawy Techniki Światłowodowej;
• Wprowadzenie. Podstawy fizyczne propagacji światła we włóknie optycznym. Rys historyczny rozwoju badań nad światłowodami. Podstawowe aplikacje. Najnowsze osiągnięcia i trendy rozwojowe.
• Technologia cylindrycznych włókien optycznych. Stosowane materiały, techniki wykonywania preform, porównania parametrów poszczególnych rozwiązań. Wyciąganie włókien.
• Podstawy teoretyczne. Propagacja światła we włóknie, równania Maxwella, wykorzystanie zjawisk odbicia i załamania światła. Fala monochromatyczna na granicy dwóch ośrodków. Równania optyki falowej.
• Tłumienie w światłowodach. Źródła tłumienia. Minimalizacja strat we włóknach optycznych. Obecne trendy rozwojowe.
• Dyspersja. Pojęcie dyspersji. Rodzaje dyspersji. Sposoby minimalizacji zjawisk dyspersyjnych.
• Światłowody planarne. Parametry światłowodów planarnych. Równanie charakterystyczne i mody w światłowodzie. Charakterystyki propagacyjne. Światłowody paskowe i żebrowe. Nowe rozwiązania materiałowe i perspektywy zastosowań.
• Światłowody cylindryczne. Równania światłowodu cylindrycznego skokowego. Światłowody wielomodowe gradientowe. Światłowody wieloskokowe i ich parametry. Przybliżenie słabego prowadzenia. Teoria światłowodu w przybliżeniu słabego prowadzenia, konsekwencje praktyczne. Rzeczywiste charakterystyki rozkładu współczynnika załamania we włóknach optycznych. Światłowód jednomodowy. Konsekwencje rozwoju technologii włókna jednomodowego dla rozwoju przemysłu i telekomunikacji.
• Światłowody specjalne. Światłowód dwójłomny. Światłowód anizotropowy. Światłowód eliptyczny. Przykłady realizacji. Inne konstrukcje światłowodów do zastosowań specjalnych. Światłowody domieszkowane jonami ziem rzadkich: technologia, właściwości i zastosowania. Światłowody fotoniczne, idea działania, właściwości, zastosowania.
• Zjawiska nieliniowe we włóknach optycznych. Załamanie nieliniowe. Właściwości propagacyjne światłowodu nieliniowego. Transmisja ultrakrótkich impulsów. Transmisja solitonowa.
• Podzespoły i sieci światłowodowe realizowane w technikach cylindrycznych. Podzespoły bierne i aktywne. Zasady działania i metody realizacji. Czujniki światłowodowe. Podstawowe techniki multipleksacji.
(EN) Fiberoptics Fundamentals
• Introductory lecture. Light transmission in the optical fibre. Historical background. Different fibre types and fundamental applications. New trends in fibreoptics.
• Technology. Technology of cylindrical waveguides. Types of materials. Parameters. Preform fabrication types. Fibre drawing.
• Theoretical background. Light propagation in the fibre core. Maxwell equations and their solutions. Reflection and refraction.
• Losses in fibres. Sources of losses. How to minimize the losses. Methods of measurement.
• Dispersion. Definition. Types of dispersion. Methods to minimize dispersion.
• Planar waveguides. Parameters of planar waveguides. Characteristic equation and modes in fibre. Mode characteristics. Types of planar waveguides. New materials and trends.
• Cylindrical waveguides. Cylindrical waveguide equation. Multimode graded waveguides. Multilayered waveguides and their characteristics. Weakly guided fibres, simplified Maxwell equations solution, practical consequences. Real refractive index profile. Singlemode fibres. Development of singlemode fibres for telecommunication and industry.
• Specialty fibres. Highly birefringent, anisotropic and eliptical fibres: properties and applications. Rare earth doped fibres: technology, applications. Photonic crystal fibres: technology, applications.
• Nonlinear effects in optical fibres. Nonlinear refraction. Ultrashort pulse transmission. Solitons.
• Fiberoptic components and networks. Passive and active elements. Methods of realization, properties. Fiberoptic sensors. Multiplexing techniques.

**Metody oceny:**

Kollokwium w trakcie semestru, egzamin, ocena projektu.
Studenci w zespołach 2-osobowych przygotowują wystąpienia w formie seminaryjnej na podstawie polecanej literatury specjalistycznej i dostępnych publikacji naukowych oraz poszukiwań w Internecie. Zawartość merytoryczna, forma prezentacji, dyskusja oraz załączony tekst wystąpienia podlegają ocenie.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. A. Majewski, "Podstawy techniki światłowodowej" Wyd. Oficyna wyd. PW, 1997
2. A. Smoliński, "Optoelektronika światłowodowa", Wyd. Komunikacji i Łączności, 1985
3. M. Marciniak, "Łączność światłowodowa", Wyd. Komunikacji i Łączności, 1998
4. J. Siuzdak, Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej, WKŁ, 1997
5. Z. Kaczmarek, Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe, Agenda Wyd. PAK, 2006
6. Literatura specjalistyczna (w tym baza internetowa)

**Witryna www przedmiotu:**

www.elka.pw.edu.pl

**Uwagi:**

Projekt jest realizowany w formie seminaryjnej i obejmuje tematykę najnowszych osiągnięć w dziedzinie światłowodów.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 2:**

zna podstawowe i specjalistyczne metody pomiarowe włókien optycznych

Weryfikacja:

kollokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 3:**

zna podstawowe techniki rozwiazywania równań Maxwella i wyniki tych rozwiązań dla włókien standardowych i specjalnych

Weryfikacja:

kollokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 4:**

zna podstawowe podzespoły światłowodowe, parametry techniczne, techniki ich realizacji, zastosowania

Weryfikacja:

kollokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 5:**

zna sposoby wykorzystania włókien optycznych dla zastosowań w metrologii

Weryfikacja:

kollokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 6:**

zna ideę sieci światłowodowej i potrafi ja zbudować w oparciu o poznane podzespoły światłowodowe

Weryfikacja:

kollokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 10:**

potrafi przygotować tekst i prezentację typu seminaryjnego dotyczące technicznych zagadnień specjalnych

Weryfikacja:

ocena prezentacji, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 11:**

potrafi współpracować podczas tworzenia prezentacji i aktywnie uczestniczyć w dyskusji

Weryfikacja:

ocena prezentacji, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 12:**

potrafi zaplanować i zrealizować projekt

Weryfikacja:

ocena prezentacji, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 7:**

potrafi wykorzystać rodzaje włókien pod względem ich parametrów do własnych potrzeb jako użytkownik

Weryfikacja:

ocena prezentacji, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03, K\_U12, K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 8:**

potrafi wskazać metody pomiarowe stosowane w technikach światłowodowych i je zastosować korzystając z dostępnych źródeł

Weryfikacja:

ocena prezentacji, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 9:**

potrafi poszukiwać materiały w literaturze specjalistycznej

Weryfikacja:

ocena prezentacji, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U04, K\_U06, K\_U07, K\_U08, K\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka 13:**

potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

ocena prezentacji

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**