**Nazwa przedmiotu:**

Optyczne przełączanie sygnałów telekomunikacyjnych

**Koordynator przedmiotu:**

Jarosław Piotr TURKIEWICZ

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

OPST

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

110

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

2,5

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 2h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 1h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zalecana jest podstawowa wiedza z zakresu telekomunikacji światłowodowej. Zalecane poprzedniki:
ESO Elementy i systemy optoelektroniczne
SFNG Sieci fotoniczne nowej generacji
TRP Transmisja przewodowa
ZMOPI Zaawansowane metody optycznego przetwarzania informacji
ZOUL Zintegrowane optoelektroniczne układy logiczne
ZTEOP Zaawansowana telekomunikacja optofalowa

**Limit liczby studentów:**

40

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z aktualnym stanem wiedzy i badań dotyczących czysto optycznego przełączania sygnałów oraz jego zastosowaniami do realizacji transparentnych optycznie sieci telekomunikacyjnych. Przedstawione zostaną wybrane efekty fizyczne stosowane do optycznego przełączania sygnałów. W dalszej części zostaną pokazane zastosowania poszczególnych efektów do realizacji układów i systemów czysto optycznego przełączania sygnałów, a w szczególności czysto optycznych sieci telekomunikacyjnych. Omówione zostaną systemy czysto optycznego przełączania sygnałów w dziedzinie czasu, długości fali oraz pakietowe.

**Treści kształcenia:**

Wprowadzenie (2h)

 \* Kierunki rozwoju transmisyjnych sieci światłowodowych
 \* Zalety optycznych sieci transparentnych: koszty inwestycyjne i operacyjne, optymalizacja zasobów oraz zużycie energii

Wybrane zjawiska wykorzystywane do przełączania sygnałów optycznych wstrukturach półprzewodnikowych (2h)

 \* Efekty nieliniowe w półprzewodnikowych wzmacniaczach optycznych oraz absorberach: np. GT SOA, XPolM - właściwości i charakterystyki

Układy optycznego przełączania sygnałów (10h)

 \* Nieliniowa optyczna pętla światłowodowa (NOLM), jej właściwości i zastosowania
 \* Konwertery długości fali - typy, zasady działania, najważniejsze charakterystyki i przykłady praktycznych realizacji
 \* Optyczne transparentne regeneratory sygnałów optycznych oparte o elementy półprzewodnikowe i światłowodowe - architektura i przykłady realizacji
 \* Pamięci optyczne typu "slow light" i buforowe
 \* Transmultipleksery (konwertery WDM-OTDM) - typy, zasady działania i najważniejsze charakterystyki

Przełączanie sygnałów z optycznym zwielokrotnieniem w dziedzinie czasu (6h)

 \* Architektura, geneza i rozwój systemów i sieci OTDM
 \* Multipleksery Add/Drop OTDM - zasada działania i charakterystyki multipleksera GT-UNI, zostaną też omówione multipleksery oparte o XPM, EAM i FWM
 \* Odtwarzanie sygnału zegara w systemach OTDM

Przełącznice sygnałów w dziedzinie długości fali - ROADM (6h)

 \* Przełącznice sygnałów w dziedzinie długości fali typu WSS -zasada działania, przykłady realizacji i charakterystyki
 \* Przełącznice sygnałów w dziedzinie długości fali oparte o PIC - zasada działania, przykłady realizacji i charakterystyki

Czysto optyczna przełącznica pakietowa (4h)

 \* Architektura czysto optycznej przełącznicy pakietowej
 \* Czysto optyczne przetwarzanie adresu pakietu
 \* Przykłady realizacji czysto optycznego przełącznika pakietowego 1x2 i 1x4

**Metody oceny:**

Kolokwium, projekt

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

 1. K. E. Stubkjaer "Technologies for optical processing", OFC 2008, San Diego
 2. H.J.S. Dorren et al. "Optical packet switching and buffering by using all-optical signal processing methods", JLT 2003(1)
 3. Inne artykuły IEEE Journal of Lightwave Technology, IEEE Photonics Technology Letters, IEE Electronics Letters, materiały konferencyjne ECOC i OFC
 4. G. Agrawal "Applications of nonlinear fibre optics" Academic Press, San Diego 2001
 5. M.J. Connelly "Semiconductor optical amplifiers" Springer, 2001
 6. J. Sizudak "Wstęp do współczesnej telekomunikacji światłowodowej" WKŁ, Warszawa 1999
 7. I. Kaminow "Optical Fiber Telecommunications IV", Academic Press, 2002

**Witryna www przedmiotu:**

ocg.tele.pw.edu.pl

**Uwagi:**

Regulamin przedmiotu OPST
1) Rekomendacje lub ograniczenia udziału studentów w zajęciach wynikających z wymaganej kolejności realizacji przedmiotów w planie studiów,
Zalecana jest podstawowa wiedza z zakresu telekomunikacji światłowodowej. Zalecane poprzedniki:
ESO Elementy i systemy optoelektroniczne
SFNG Sieci fotoniczne nowej generacji
TRP Transmisja przewodowa
ZMOPI Zaawansowane metody optycznego przetwarzania informacji
ZOUL Zintegrowane optoelektroniczne układy logiczne
ZTEOP Zaawansowana telekomunikacja optofalowa
2) Zasady wymaganej obecności studenta na zajęciach, na których obecność jest obowiązkowa, w tym dopuszczalnego limitu nieobecności oraz usprawiedliwiania nieobecności,
Wykład – obecność nieobowiązkowa
Projekt – obecność obowiązkowa, limit nieobecności – jedne zajęcia, dokument pozwalający na uznanie nieobecności za usprawiedliwioną, np. zaświadczenie lekarskie czy akt urodzenia dziecka
3) Metody etapowej weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się (egzamin, sprawdziany pisemne i ustne, sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych, projektów i in.),
Weryfikacja efektów uczenia się:
• Sprawdzian 1 i 2
• Ocena projektu
4) Rodzaju materiałów i urządzeń dopuszczonych do używania przez studentów podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się,
Materiały dopuszczone do używania przez studentów podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się: BRAK
Urządzenia dopuszczone do używania przez studentów podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się: kalkulator naukowy alfanumeryczny
5) Zasady zaliczania przedmiotu i wystawiania oceny końcowej z przedmiotu,
Zaliczenie przedmiotu na podstawie wyników uzyskanych z:
- Sprawdzian pisemnych, maksymalna liczba punktów 50
- Ćwiczeń laboratoryjnych, maksymalna liczna punktów 50
- Projekt, maksymalna liczba punktów 50
Skala ocen:
90-100: 5,0
80-89: 4,5
70-79: 4,0
60-69: 3,5
50-69: 3,0
0 – 49: 2,0

6) Terminów i trybu ogłaszania ocen uzyskiwanych przez studentów oraz zasad poprawiania ocen,
• Wyniki sprawdzianów, projektu i ćwiczeń laboratoryjnych dostępne w przeciągu dwóch tygodni od terminu sprawdzianu lub zajęć laboratoryjnych
• Wyniki zostaną ogłoszone poprzez system USOS
• Poprawianie oceny na zajęciach dodatkowych

7) Możliwości i zasady udziału studentów w dodatkowych terminach sprawdzianów i egzaminów,
Dodatkowe terminy sprawdzianów zostaną ustalone z zainteresowanymi osobami.

8) Zasady powtarzania z powodu niezadowalających wyników w nauce poszczególnych typów zajęć realizowanych w ramach przedmiotu.
Zgodnie z regulaminem studiów.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka OPST\_1:**

Zna efekty nielinowe wykorzystwane w czysto-optycznym przetwarzaniu sygnałów

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka OPST\_2:**

Zna obszary zastosowań czysto-optycznego przetwarzania sygnałów

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W14, K\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, III.P6S\_WG.o, I.P6S\_WK

**Charakterystyka OPST\_3:**

Zna budowę i zasadę działania układów czysto-optycznego przetwarzania sygnałów

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka OPST\_4:**

Zgromadzić i przeanalizować informację na temat układów czysto-optycznego przetwarzania sygnałów

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o, I.P6S\_UU

**Charakterystyka OPST\_5:**

Zaprojektować, zaimplementować w postaci modelu symulacyjnego i przeanalizować pracę układu czysto-optycznego przetwarzania sygnałów

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09, K\_U10, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.3.o, I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka OPST\_6:**

przygotować i przeprowadzić prezentację wyników prac dotyczącą czysto-optycznego przetwarzania sygnałów

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U04, K\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UK, I.P6S\_UW

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka OPST\_7:**

Potrafi pracować w grupie i indywidualnie

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**