**Nazwa przedmiotu:**

Systemy WDM - architektura, projektowanie i utrzymanie

**Koordynator przedmiotu:**

Krzysztof PERLICKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

SWDM

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

100

**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:**

1

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 15h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw techniki światłowodowej.

**Limit liczby studentów:**

40

**Cel przedmiotu:**

1. Zapoznanie studentów z zasadami działania systemów telekomunikacji światłowodowej ze zwielokrotnieniem falowym.
2. Zapoznanie studentów z projektowaniem systemów telekomunikacji światłowodowej ze zwielokrotnieniem falowym.

**Treści kształcenia:**

We współczesnych systemach telekomunikacyjnych podstawową techniką transmisyjną pozwalającą na realizację transmisji o bardzo dużych przepustowościach jest technika zwielokrotnienia w dziedzinie długości fali czyli WDM (ang. Wavelength Division Multiplexing). Technika WDM wykorzystywana jest z powodzeniem w systemach dalekiego zasięgu (podmorskich, kontynentalnych, międzymiastowych) jak i w sieciach dostępowych. Celem wykładu jest zapoznanie studentów z różnymi aspektami związanymi z budową systemów WDM, ich projektowaniem, utrzymaniem, współpracą z techniką SDH oraz realizacjami transmisji typu „IP over WDM”. Wykład będzie obejmował następujące zagadnienia.
1. Wprowadzenie: a) wady i zalety techniki WDM w porównaniu z innymi technikami zwielokrotnienia; b) współczesny rynek systemów WDM; c) obszary stosowania techniki WDM.
2. Architektura: a) budowa, działanie i parametry elementów składowych systemów WDM: przestrajalnych źródeł światła, multiplekserów i demultiplekserów, OXC, OADM, wzmacniaczy EDF, Ramana, półprzewodnikowych; b) topologie sieci WDM: punkt-punkt, pierścieniowa, kratowa.
3. Zjawiska fizyczne wpływające na działanie systemu: a) problematyka wpływu na jakość pracy systemów WDM takich zjawisk jak: tłumienie sygnału, dyspersja chromatyczna i polaryzacyjna, efekty nieliniowe, przesłuch międzykanałowy; b) metody kompensacji i eliminacji negatywnego wpływu niektórych zjawisk fizycznych na jakość pracy systemów WDM.
4. Nadużycia w sieciach WDM: przedstawione zostaną rodzaje nadużyć i tzw. „ataków” w sieci WDM oraz metody ich detekcji i metody ich eliminacji.
5. Standaryzacja: omówione zostaną dokumenty standaryzujące systemy WDM tj. dokumenty takich organizacji jak ITU, Telcordii oraz ETSI.
6. System WDM w modelu warstwowym: a) model warstwowy optycznej sieci transportowej WDM; b) struktura sygnałów optycznych; c) tworzenie modułów transportu optycznego; d) współpraca z wyższymi warstwami w tym systemem SDH, protokołem IP.
7. Projektowanie systemów WDM: zostaną przedstawione metody projektowania systemów WDM z uwzględnieniem konkretnej architektury systemu oraz bilansu mocy optycznej, ograniczeń związanych z dyspersją chromatyczną, polaryzacyjną, przesłuchem międzykanałowym i niektórymi efektami nieliniowych.
8. Realizacje praktyczne: a) realizacje systemów WDM dalekiego zasięgu i w sieciach dostępowych; b) systemy mieszane np. WDM+CDMA, WDM+TDM; c) systemy: „IP over WDM”, „Ethernet over WDM”, „MPLS over WDM”;
d) rozwiązania komercyjne systemów WDM czołowych firm produkujących sprzęt telekomunikacyjny min.: firmy Lucent, Alcatel, Nortel, Cisco.
9. Metody monitorowania systemów WDM: a) metod testowania walidacyjnego systemów WDM i jego elementów składowych; b) metod monitorowania działających systemów WDM; c) projektowanie systemów monitoringu; d) komercyjnie dostępnych rozwiązań przeznaczonych do monitorowania systemów WDM.
W ramach projektu studenci będą mieli za zadanie zaprojektować poprawnie działający system telekomunikacji światłowodowej ze zwielokrotnieniem falowym WDM z uwzględnieniem zjawisk fizycznych wpływających na jakość transmisji sygnału optycznego w światłowodach.

**Metody oceny:**

Egzamin pisemny
Ustna forma zaliczania projektu

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

V. Alwayn: Optical Network Design and Implementation, Cisco Press, 2004
A. Gumaste: DWDM Network Designs and Engineering Solutions, Cisco Press; 2002
S. Dixit: IP over WDM: Building the Next Generation Optical Internet, Wiley-Interscience; 1 edition, 2003
I. Kaminow, T. Li: Optical Fiber Telecommunications V-A: Components and Subsystems, Elsevier, 2008
I. Kaminow, T. Li: Optical Fiber Telecommunications V-B: Systems and Networks, Elsevier, 2008
J. Siuzdak, Systemy i sieci fotoniczne, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2009
K. Perlicki: Systemy transmisji optycznej WDM, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2007
Zalecenia ITU-T

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka K\_W09:**

Opisać wpływ zjawisk fizycznych występujących w światłowodach na jakość działania systemów ze zwielokrotnieniem falowym WDM. To describe impact of fiber optics phenomena on Wavelength Division Multiplexing system quality.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09

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

**Charakterystyka K\_W11:**

Opisać zasadę działania i elementy składowe systemu telekomunikacyjnego ze zwielokrotnieniem falowym WDM. To describe principles of operations Wavelength Division Multiplexing system and its components.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka K\_U06:**

Zaprojektować system telekomunikacyjny ze zwielokrotnieniem falowym WDM z uwzględnieniem zjawisk fizycznych występujących w światłowodach. To design Wavelength Division Multiplexing system regarding fiber optics phenomena.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06

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

**Charakterystyka K\_U14:**

Opisać parametry systemu telekomunikacyjnego ze zwielokrotnieniem falowym WDM na podstawie dokumentów ITU-T. To describe Wavelength Division Multiplexing system parameters regarding ITU-T recommendations.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_K03, K\_K04:**

Pracować indywidualnie i w zespole. To work In group and individually.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny, projekt

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**