



Podstawowe informacje o przedmiocie (niezależne od cyklu)

Nazwa	Lasery i wzmacniacze światłowodowe
Kod Erasmus	
Kod ISCED	
Język wykładowy	Polski
Strona WWW	https://www.umcs.pl/pl/zintegrowany.htm
Wymagania wstępne	Podstawowa wiedza z fizyki, matematyki i chemii
Godzinowe ekwiwalenty punktów ECTS	Wykład 30 Konsultacje 2 Łączna liczba godzin z udziałem nauczyciela akademickiego 30 Liczba punktów ECTS z udziałem nauczyciela akademickiego 1 Studiowanie literatury 5 Przygotowanie się do zaliczenia 25 Łączna liczba godzin nie kontaktowych 30 Liczba punktów ECTS za godziny nie kontaktowe 1 Sumaryczna liczba punktów ECTS dla modułu 2
Sposób weryfikacji efektów kształcenia	W1-5 wykład – zaliczenie pisemne
Skrócony opis	Głównym celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z aktualnym stanem wiedzy na temat aktywnych układów światłowodowych, zarówno od strony teoretycznej, jak i z punktu widzenia zastosowań w układach telekomunikacji i optoelektroniki zintegrowanej. Wykład zaznajamia studentów z nowoczesnym formalizmem opisu zjawisk oddziaływania fal elektromagnetycznych z ośrodkami liniowymi, nieliniowymi i wzmacniającymi, opartym na półklasycznej teorii promieniowania, rachunku operatorowym oraz metodami rozwiązywania nieliniowych równań Schrodingera. Omawiane zagadnienia stanowią rozszerzenie wiadomości z wybranych działów fizyki, szczególnie teorii pola elektromagnetycznego i optyki kwantowej. Materiał wykładu obejmuje analizę parametrów spektroskopowych ośrodków aktywnych, teorię propagacji promieniowania w światłowodowych strukturach aktywnych oraz zaawansowany teoretyczny opis parametrów wzmocnienia i generacji dla pracy impulsowej i CW, z odniesieniami do konkretnych zastosowań.
Opis	Wykład obejmuje następujące zagadnienia: Wstęp. Zastosowanie światłowodów do transmisji sygnałów optycznych, uwarunkowania technologiczne i konstrukcyjne. Zastosowania aktywnych struktur światłowodowych – wzmacniacze i lasery. Przypomnienie zjawisk prowadzących do generacji promieniowania w strukturach aktywnych. Równania Maxwella. Przejście do równania falowego. Opis propagacji światła w światłowodach włóknowych i planarnych o różnych profilach współczynnika załamania. Mody prowadzone, mody wypromieniowania, mody upływowe. Równanie



	dyspersyjne i metody jego rozwiązywania. Dielektryczne ośrodki czynne domieszkowane jonami ziem rzadkich. Przejścia optyczne w jonach aktywatora w matrycy dielektrycznej. Podstawy spektroskopii optycznej lantanowców w szklach i kryształach. Zjawiska związane z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z jonami aktywnymi – procesy absorpcji, emisji spontanicznej i wymuszonej, bezpromienistego wygaszania fluorescencji, konwersji wzbudzenia. Zagadnienie pobudzania optycznego wzmacniaczy i laserów światłowodowych. Teoria sprzęgania układów włóknowych i planarnych ze źródłami pompującymi. Światłowodowy wielopłaszczyznowy, pompowanie płaszczyznowe. Realizacje źródeł pompujących. Teoria pracy wzmacniaczy włóknowych i planarnych. Określenie wzmocnienia małosygnałowego w układach trzy- i cztero-poziomowych na podstawie równań bilansu. Zależność wzmocnienia od mocy pompującej oraz geometrii pompowania. Uwzględnienie efektu nasycenia wzmocnienia. Tłumienność oraz starty związane z procesami wielojonowymi i wielofotonowymi. Światłowodowe wzmacniacze telekomunikacyjne na pasmo 1.3 i 1.55 μm (pasma S, C, L). Materiały, technologia i właściwości optyczne. Pompy optyczne do wzmacniaczy telekomunikacyjnych. Charakterystyki wzmocnienia. Zagadnienie wzmocnionej emisji spontanicznej (ASE). Metody pomiarowe parametrów wzmacniaczy optycznych. Teoria generacji we włóknach optycznych i strukturach planarnych. Trzy- i cztero-poziomowe układy pracy, warunki progowe i ponad progowe generacji, oddziaływanie modu pompującego i laserowego. Wpływ rezonatora na parametry generowanego promieniowania. Analiza mocy wyjściowej przy pomocy całki mocy. Lasery włóknowe wielkiej mocy – generacja promieniowania w laserze Yb^{3+}. Lasery włóknowe na zakres widzialny, w tym lasery z konwersją wzbudzenia. Lasery włóknowe na zakres UV. Zastosowania. Podstawy teorii rezonatorów siatkowych. Dielektryczne lasery planarne oraz włóknowe z rozłożonym sprzężeniem zwrotnym (DFB) i z rozłożonym zwierciadłem braggowskim (DBR). Kształtowanie charakterystyk wzmacniacza przy pomocy struktur siatkowych. Siatki braggowskie jako filtry częstotliwościowe. Generacja krótkich impulsów optycznych w laserach światłowodowych. Przełączanie dobroci rezonatora i synchronizacja modów. Kompresja impulsów. Indukowany termicznie efekt światłowodowy w ośrodkach dielektrycznych. Mikrolasery. Zasada działania, materiały i konstrukcje. Praca jednomodowa i sposoby modulacji promieniowania mikrolaserów.
Literatura	M.J.F. Digonnet, Rare earth doped fiber lasers and amplifiers Marcel Dekker Inc., New York 1993. M. A. Karim, A.A.S. Awwal, Optical Computing an Introduction, John Wiley Sons, New York 1992. Agrawal, Fiber Optic communication systems. M.C. Gupta, Handbook of photonics, CRC Press, Boca Raton 1996. J. Petykiewicz Podstawy fizyczne optyki scalonej, PWN, 1989.



	H. Nishimura, M. Haruna, T. Suhara Optical Integrated Circuits, McGraw-Hill 1989. A. Smoliński: Optoelektronika światłowodowa, WKiŁ, 1985. A. Majewski: Teoria i projektowanie światłowodów, WNT, 1991. M. Szustakowski: Elementy techniki światłowodowej, WNT, 1992. W.P. Risk, T.R. Gosnell, A.V. Nurmikko, "Compact blue-green lasers", Cambridge Univ. Press. M. Malinowski, Lasery światłowodowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.
Efekty kształcenia	WIEDZA W1. Absolwent zna i rozumie podstawowe definicje dotyczące laserów i wzmacniaczy K_W01 W2. Absolwent zna i rozumie podstawowe zjawiska fizyczne charakterystyczne dla laserów i wzmacniaczy światłowodowych K_W01 W3. Absolwent zna i rozumie rolę wzmacniaczy i laserów światłowodowych w przemyśle oraz w życiu codziennym K_W03 W4. Absolwent zna i rozumie konstrukcje laserów i wzmacniaczy światłowodowych K_W01 W5. Absolwent zna i rozumie właściwości elementów niezbędnych do wytworzenia laserów i wzmacniaczy światłowodowych K_W01
Metody i kryteria oceniania	Wykład – zaliczenie pisemne
Praktyki zawodowe	Nie dotyczy

Wykład: (Informacje wspólne dla wszystkich grup)

Strona WWW	https://www.umcs.pl/pl/zintegrowany.htm
Sposób weryfikacji efektów kształcenia	W1-5 wykład - zaliczenie pisemne
Uwagi	Brak
Literatura	M.J.F. Digonet, Rare earth doped fiber lasers and amplifiers Marcel Dekker Inc., New York 1993. M. A. Karim, A.A.S. Awwal, Optical Computing an Introduction, John Wiley Sons, New York 1992. Agrawal, Fiber Optic communication systems. M.C. Gupta, Handbook of photonics, CRC Press, Boca Raton 1996. J. Petykiewicz Podstawy fizyczne optyki scalonej, PWN, 1989. H. Nishimura, M. Haruna, T. Suhara Optical Integrated Circuits, McGraw-Hill 1989. A. Smoliński: Optoelektronika światłowodowa, WKiŁ, 1985. A. Majewski: Teoria i projektowanie światłowodów, WNT, 1991. M. Szustakowski: Elementy techniki światłowodowej, WNT, 1992. W.P. Risk, T.R. Gosnell, A.V. Nurmikko, "Compact blue-green lasers", Cambridge Univ. Press. M. Malinowski, Lasery światłowodowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.
Efekty kształcenia	WIEDZA W1. Absolwent zna i rozumie podstawowe definicje



	dotyczące laserów i wzmacniaczy K_W01 W2. Absolwent zna i rozumie podstawowe zjawiska fizyczne charakterystyczne dla laserów i wzmacniaczy światłowodowych K_W01 W3. Absolwent zna i rozumie rolę wzmacniaczy i laserów światłowodowych w przemyśle oraz w życiu codziennym K_W03 W4. Absolwent zna i rozumie konstrukcje laserów i wzmacniaczy światłowodowych K_W01 W5. Absolwent zna i rozumie właściwości elementów niezbędnych do wytworzenia laserów i wzmacniaczy światłowodowych K_W01
Zakres tematów	Wstęp. Zastosowanie światłowodów do transmisji sygnałów optycznych, uwarunkowania technologiczne i konstrukcyjne. Zastosowania aktywnych struktur światłowodowych – wzmacniacze i lasery. Przypomnienie zjawisk prowadzących do generacji promieniowania w strukturach aktywnych. Równania Maxwella. Przejście do równania falowego. Opis propagacji światła w światłowodach włóknowych i planarnych o różnych profilach współczynnika załamania. Mody prowadzone, mody wypromieniowania, mody upływowe. Równanie dyspersyjne i metody jego rozwiązywania. Dielektryczne ośrodki czynne domieszkowane jonami ziem rzadkich. Przejścia optyczne w jonach aktywatora w matrycy dielektrycznej. Podstawy spektroskopii optycznej lantanowców w szklach i kryształach. Zjawiska związane z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z jonami aktywnymi – procesy absorpcji, emisji spontanicznej i wymuszonej, bezpromienistego wygaszania fluorescencji, konwersji wzbudzenia. Zagadnienie pobudzania optycznego wzmacniaczy i laserów światłowodowych. Teoria sprzęgania układów włóknowych i planarnych ze źródłami pompującymi. Światłowodowy wielopłaszczyznowy, pompowanie płaszczyznowe. Realizacje źródeł pompujących. Teoria pracy wzmacniaczy włóknowych i planarnych. Określenie wzmocnienia małosygnałowego w układach trzy- i cztero-poziomowych na podstawie równań bilansu. Zależność wzmocnienia od mocy pompującej oraz geometrii pompowania. Uwzględnienie efektu nasycenia wzmocnienia. Tłumienność oraz starty związane z procesami wielojonowymi i wielofotonowymi. Światłowodowe wzmacniacze telekomunikacyjne na pasmo 1.3 i 1.55 μm (pasma S, C, L). Materiały, technologia i właściwości optyczne. Pompy optyczne do wzmacniaczy telekomunikacyjnych. Charakterystyki wzmocnienia. Zagadnienie wzmocnionej emisji spontanicznej (ASE). Metody pomiarowe parametrów wzmacniaczy optycznych. Teoria generacji we włóknach optycznych i strukturach planarnych. Trzy- i cztero-poziomowe układy pracy, warunki progowe i ponad progowe generacji, oddziaływanie modu pompującego i laserowego. Wpływ rezonatora na parametry generowanego promieniowania. Analiza mocy wyjściowej przy pomocy całki mocy. Lasery włóknowe wielkiej mocy – generacja promieniowania w laserze Yb^{3+}. Lasery włóknowe na zakres widzialny, w tym lasery z konwersją wzbudzenia. Lasery włóknowe na zakres UV.



	Zastosowania. Podstawy teorii rezonatorów siatkowych. Dielektryczne lasery planarne oraz włóknowe z rozłożonym sprzężeniem zwrotnym (DFB) i z rozłożonym zwierciadłem braggowskim (DBR). Kształtowanie charakterystyk wzmacniacza przy pomocy struktur siatkowych. Siatki braggowskie jako filtry częstotliwościowe. Generacja krótkich impulsów optycznych w laserach światłowodowych. Przełączanie dobroci rezonatora i synchronizacja modów. Kompresja impulsów. Indukowany termicznie efekt światłowodowy w ośrodkach dielektrycznych. Mikrolasery. Zasada działania, materiały i konstrukcje. Praca jednomodowa i sposoby modulacji promieniowania mikrolaserów.
Metody dydaktyczne	Wykład informacyjny, prezentacja multimedialna, praca na materiałach źródłowych
Metody i kryteria oceniania	Dyskusja naukowa, zaliczenie pisemne

