



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-BCDEKLP-0339	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Laboratorium Techniki i Urządzeń Pomiarowych dla Systemów Fotonicznych		
			w j. angielskim	Laboratory of Techniques and Measurement Devices for Photonic Systems		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe					
Kierownik przedmiotu	dr hab Piotr Lesiak		Prowadzący zajęcia	dr hab Piotr Lesiak dr Piotr Sobotka dr Miłosz Chychłowski dr hab. Ryszard Piramidowicz dr hab. Teodor Buchner dr hab. Gabriel Wlazłowski dr hab. Georgy Kornakov		
Jednostka realizująca	Wydział Fizyki	Dyscyplina/y naukowa/e	Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Biotechnologia Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Inżynieria Biomedyczna Inżynieria Chemiczna Nauki Chemiczne Nauki Fizyczne			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy / letni			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	Zaliczenie zajęć	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	16	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak/Nie	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	3		3	3	
	łącznie w semestrze	15		18	12	

1. Wymagania wstępne

Bez wymagań wstępnych

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie uczestników studiów doktoranckich, którzy dotychczas nie zajmowali się fotoniką lub chcą poszerzyć swoją wiedzę w dziedzinie fotoniki, z systemami fotonicznymi i urządzeniami pomiarowymi oraz podstawą ich działania. W szczególności dotyczy to doktorantów wykorzystujących optyczne systemy pomiarowe w chemii analitycznej, biologii, medycynie, badaniach materiałowych (np. spektrofotometria czy mikroskopia polaryzacyjna) czy też w telekomunikacji. W celu zaliczenia laboratorium uczestnicy studiów doktoranckich będą musieli wybrać i zaliczyć jeden z proponowanych bloków tematycznych. Wybór bloku tematycznego zostanie dokonany przez grupę (minimum 6 osób) na pierwszych zajęciach. Bloki tematyczne różnią się pomiędzy sobą w sposób zasadniczy, dlatego też każdy blok tematyczny będzie prowadzony przez inny skład osób prowadzących zajęcia.

W pierwszym etapie na wykładzie wstępnym doktoranci zostaną wprowadzeni w tematykę całego bloku. Pozwoli to przygotować się doktorantom na zajęcia laboratoryjne bez konieczności studiowania dodatkowych instrukcji na



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

poszczególne ćwiczenia laboratoryjne. Następnie podczas kolejnych zajęć doktoranci będą poznawać urządzenia, których znajomość jest niezbędna w danym bloku tematycznym. Pozwoli to na efektywne wykorzystanie tych urządzeń i metod badawczych w projekcie, który jest trzecią częścią laboratorium. W ramach projektu grupa doktorantów będzie realizować własny projekt urządzenia optoelektronicznego wykorzystujący istniejącą w laboratorium infrastrukturę. Zaliczenie laboratorium polega na eksperymentalnej weryfikacji działania wykonanego urządzenia optoelektronicznego.

Do wyboru doktorantów będą następujące bloki tematyczne:

- Blok ćwiczeń poświęconych pomiarom spektrofotometrycznym.
- Blok ćwiczeń poświęconych czujnikom światłowodowym.
- Blok ćwiczeń poświęconych telekomunikacji.

W zależności od wyboru metody pomiarowej, grupie studenckiej zostanie przydzielony do opieki najbardziej odpowiedni nauczyciel akademicki – specjalista z danej dziedziny badań.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

W ramach wykładu wstępnego będą omawiane wymienione niżej zagadnienia:

- Blok ćwiczeń poświęconych pomiarom spektrofotometrycznym.

omówienie zjawiska dyfrakcji, interferencji, koherencji światła

- Blok ćwiczeń poświęconych czujnikom światłowodowym.

omówienie zjawiska propagacji światła w światłowodach w szczególności w światłowodach specjalnych (światłowodów dwójtłomnych, fotonicznych, z siatką Bragga)

- Blok ćwiczeń poświęconych telekomunikacji.

omówienie zjawiska propagacji światła w światłowodach jednomodowych, zjawisko sprzęgania modów, zjawisko dyspersji, metody komunikacji w systemach informatycznych.

Laboratorium

Studenci będą wykonywali poniższe zestawy ćwiczeń (plus wybrany projekt):

- **Blok ćwiczeń poświęconych pomiarom spektrofotometrycznym.**

Siatki dyfrakcyjne – podstawy fizyczne oraz ich wykorzystanie

Diody laserowe i LEDy – zasady działania, sposoby zasilania i określenie prawidłowych parametrów pracy

Spektrometry – zasada działania i zastosowanie

Polaryzator Brewster’a – praktyczne wykorzystanie zjawiska polaryzacji do kontroli światła

Kolorymetr – praktyczna realizacja urządzenia opto-elektronicznego (z wykorzystaniem mikrokontrolera)

Szczypce optyczne – wykorzystanie wiązki laserowej do kontroli położenia mikro czastek

- **Blok ćwiczeń poświęconych czujnikom światłowodowym.**

Druk 3D – opracowanie projektu i wykonanie zadrukowanego w drukarce 3D czujnika światłowodowego

Spektrometry – zasada działania i zastosowanie

Polarymetry – zasada działania i zastosowanie

Czujnik odległości - praktyczna realizacja czujnika do pomiaru odległości

Czujnik polarymetryczny - praktyczna realizacja czujnika do pomiaru odkształcenia

Czujnik z siatką Bragga - praktyczna realizacja czujnika do pomiaru naprężenia

- **Blok ćwiczeń poświęconych telekomunikacji.**

Nowoczesne spawarki światłowodowe – zasada działania i praktyczna realizacja połączeń światłowodowych

Wprowadzenie światła do światłowodu - praktyczna realizacja układu optycznego

Spektrometry – zasada działania i zastosowanie



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

Badanie profilu modu światłowodowego – praktyczna realizacja urządzenia

Badanie podstawowych charakterystyk światłowodów – badanie właściwości transmisyjnych światłowodów różnych typów

Reflektometr – zasada działania i zastosowanie

Poszczególne bloki ćwiczeń mogą zostać uzupełnione o dodatkowe ćwiczenia niezbędne do wykonania projektu.

Ćwiczenia projektowe

W ramach projektu grupa doktorantów będzie realizować własny projekt urządzenia optoelektronicznego wykorzystujący istniejącą w laboratorium infrastrukturę. Współpraca w zespole będzie polegała na dzieleniu się kompetencjami pomiędzy doktorantami, aby po zakończeniu zajęć każdy z grupy był w stanie samodzielnie powtórzyć wszystkie czynności. Czynności projektowe lub analityczne rozwiązywanie problemów może być realizowane pomiędzy zajęciami przy współudziale mentora.

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	główne trendy rozwojowe realizowanej dyscypliny naukowej oraz związane z tym metodologie badań naukowych w dziedzinie fotoniki	SD_W3	ocena projektu
W02			
W03			
Umiejętności			
U01	wykorzystywać wiedzę z fotoniki do twórczego identyfikowania, formułowania i innowacyjnego wykonywania zadań o charakterze badawczym, a w szczególności rozwijać metody, techniki i narzędzia badawcze z dziedziny fotoniki oraz twórczo je stosować	SD_U1	ocena projektu
U02	dokonywać krytycznej analizy i oceny wyników badań naukowych, działalności eksperckiej i innych prac o charakterze twórczym oraz ich wkładu w rozwój wiedzy, w szczególności ocenić przydatność i możliwość wykorzystania wyników prac teoretycznych w praktyce	SD_U2	ocena projektu
U03	planować i realizować – w sposób metodologicznie poprawny – zespołowe przedsięwzięcie badawcze lub twórcze w dziedzinie fotoniki	SD_U7	ocena projektu
Kompetencje społeczne			
K01	uznawania znaczenia wiedzy oraz osiągnięć naukowych w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych w dziedzinie fotoniki	SD_K2	ocena projektu
K02	myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	SD_K4	ocena projektu
K03			



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

W celu zaliczenia przedmiotu student zobowiązany jest wybrać i zaliczyć jeden z proponowanych bloków tematycznych. W skład zaliczenia bloku tematycznego wchodzi zaliczenie projektu.

6. Literatura

Literatura uzupełniająca:

[1] Jerzy Siuzdak, Systemy i sieci fotoniczne, 2009

[2] Krzysztof Perlicki, Pomiar w optycznych systemach telekomunikacyjnych, 2006

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	45
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	2
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	20
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	8
Sumaryczny nakład pracy studenta		75
Liczba punktów ECTS		3

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2