

<b>WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Zaawansowane techniki optyki biomedycznej</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Advanced techniques of biomedical optics</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Inżynieria Biomedyczna</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Optyka Biomedyczna</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I/ II stopień*, stacjonarna / <del>niestacjonarna*</del></b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / <del>ogólnouczelniany*</del></b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>ETP002958W, ETP002958L</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b><del>TAK</del>/ NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		1,2		

\*niepotrzebne skreślić

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiadomości z podstaw optyki

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zaawansowanych technik optyki biomedycznej obejmujących zagadnienia związane z rozdzielczością układów odwzorowujących (kryterium Rayleigha, Sparrowa, Abbego, teoria odwzorowania Abbego, liniowe i stacjonarne układy optyczne, punktową funkcję rozmycia, funkcję przenoszenia, układy koherentne i niekoherentne) oraz najnowsze trendy rozwoju super-rozdzielczych i wysokorozdzielczych (mikroskopia konfokalna, mikroskopia bliskiego pola, nanoskopia fluorescencyjna, mikroskopia z oświetleniem strukturalnym, mikroskopia „light sheet”, 4 pi, ptychografia Fouriera) oraz funkcjonalnych (np. cyfrowej mikroskopii holograficznej, obrazowania fotoakustycznego itp.) .

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

- PEK\_W01 Posiada uporządkowaną wiedzę z zakresu techniki optycznej, oraz teorię dotyczącą praw optyki
- PEK\_W02 Posiada wiedzę o trendach rozwojowych zaawansowanych układów optycznych wykorzystywanych w pomiarach biomedycznych np. super-rozdzielczych i wysokorozdzielczych oraz funkcjonalnych układach obrazowania
- PEK\_U01 Potrafi wykorzystać posiadana wiedzę z zakresu techniki optycznej do rozwiązania złożonych problemów optyki biomedycznej
- PEK\_U02 Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, zbudować układy optyczne, przeprowadzić i przeanalizować pomiary z zakresy techniki optycznej
- PEK\_U03 Potrafi dokonać analizy istniejących rozwiązań technicznych, w szczególności układów do obrazowania optycznego, oraz zaproponować ich ulepszenia
- PEK\_K01 Jest gotów do uznania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów praktycznych z zakresu optyki biomedycznej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia organizacyjne: omówienie zakresu tematycznego wykładu i warunków zaliczenia.	1
Wy2	Współczesne perspektywy rozwoju technik obrazowania biomedycznego.	2
Wy3	Zdolność rozdzielcza optycznych układów odwzorowujących cz.1: odwzorowanie stygmatyczne, aberracje optyczne, dwupunktowe kryterium rozdzielczości (Rayleigh'a, Sparrow'a, Abbe'go), analiza i transformacja fourierowską, teoria odwzorowania optycznego według Abbego.	2
Wy4	Zdolność rozdzielcza optycznych układów odwzorowujących cz.2: liniowe i stacjonarne układy optyczne, punktowa funkcja rozmycia, funkcja przenoszenia układów optycznych, pasmo przenoszenia częstości przestrzennych, filtracja przestrzenna, obrazowanie w układach koherentnych i niekoherentnych.	2
Wy5	Super-rozdzielcze i wysokorozdzielcze techniki obrazowania 1: skaningowa mikroskopia bliskiego polar, mikroskopia z oświetleniem strukturalnym.	2
Wy6	Super-rozdzielcze i wysokorozdzielcze techniki obrazowania 2: mikroskopia $4\pi$ , mikroskopia „light sheet”, nanoskopia fluorescencyjna (STED, PALM, STORM), ptychografia Fouriera.	2
Wy7	Obrazowanie funkcjonalne: cyfrowa mikroskopia holograficzna, obrazowanie fotoakustyczne.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	15
Forma zajęć - laboratoria		Liczba godzin
La1	Regulamin pracowni, zasady BHP. Przedstawienie warunków zaliczenia kursu.	1
La2	Pomiar współczynnika rozszerzalności cieplnej metodami interferometrycznymi.	4
La3	Pomiar współczynnika załamania metodami interferometrycznymi.	4
La4	Mikroskopia kontrastu fazowego i ciemnego pola	4
La5	Tomografia optyczna	4
La6	Endoskopowe układy obrazujące	4
La7	Zastosowanie zjawiska dyfrakcji do pomiaru wielkości cząstek	4
La8	Zajęcia uzupełniające	4
La9	Zaliczenie	1
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład multimedialny.
- N2. Pisemne opracowanie sprawozdania / raportu.
- N3. Krótki sprawdzian wiedzy.

N4. Prace doświadczalne (laboratoryjne).  
N5. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1		
P – laboratorium - ocena na podstawie zaliczonych sprawozdań oraz krótkich prac pisemnych		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] I. Wilk, P. Wilk, Optyka Fizyczna Cz.1, Oficyny Pwr, 1996
- [2] J.W. Goodman, Introduction To Fourier Optics, Plymbridge Distributors Ltd, 2005
- [3] N. T. Shaked, Z. Zalevsky, L.L. Satterwhite, Biomedical Optical Phase Microscopy And Nanoscopy, Academic Press, 2013
- [4] I.J. Bigio, S. Fantini, Quantitative Biomedical Optics. Theory, Methods And Applications, Cambridge University Press, 2016
- [5] G.T. Nehmetallah, R. Aylo; L. Williams, Analog and Digital Holography with MATLAB, SPIE Press Book, 2015

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

Wybrane artykuły naukowe (prezentowane na wykładzie) z czasopism, które obejmują zakres tematyczny kursu np. Optics Express, Biomedical Optics, Journal of Biomedical Optics, Journal of Biophotonics Nature Photonics, Nature Methods, Nature Protocols itp.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. IGOR BUZALEWICZ, [igor.buzalewicz@pwr.edu.pl](mailto:igor.buzalewicz@pwr.edu.pl)**

**Dr inż. IWONA HOŁOWACZ, [iwona.holowacz@pwr.edu.pl](mailto:iwona.holowacz@pwr.edu.pl)**

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**METODY NUMERYCZNE W OPTYCE BIOMEDYCZNEJ**  
 EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA  
 I SPECJALNOŚCI OPTYKA BIOMEDYCZNA

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01</b>	K7IBM_W03	C1	W1-W8	N1, N3
<b>PEK_W02</b>	K7IBM_W04	C1	W1-W8	N1, N3
<b>PEK_U01</b>	K7IBM_U07	C1	L1-L7	N2, N4
<b>PEK_U02</b>	K7IBM_U08	C1	L1-L7	N2, N4
<b>PEK_U03</b>	K7IBM_U11	C1	L1-L7	N2, N4
<b>PEK_K01</b>	K7IBM_K05	C1	L1-L7	N2, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej