

WYKŁAD: ZAAWANSOWANE TECHNIKI OPTYKI BIOMEDYCZNEJ

Zagadnienia W1 (2h):

- 1) Podstawowe zjawiska fizyczne wykorzystywane w optycznej diagnostyce i terapii medycznej: elastyczne i nieelastyczne rozpraszanie światła, absorpcja, fluorescencja (jedno i wielofotonowa), efekt fotoakustyczny, nieliniowa luminescencja (generacja 2-,3- harmonicznej), efekty fototermiczne, fotomechaniczne, fotochemiczne, fotobiologiczne.
- 2) Zalety optycznych technik obrazowania w odniesieniu do innych technik wykorzystujących promieniowanie jonizujące, ultrasonografię itd.
- 3) Endoskopia optyczna: podstawy fizyczne i trendy jej rozwoju.
- 4) Optyczna koherentna tomografia optyczna: podstawy fizyczne, sposób pomiaru (czasowa, spektralna OCT), rozdzielczość, głębokość penetracji, zastosowania.
- 5) Optyka adaptacyjna: podstawy fizyczne i zastosowania.
- 6) Holografia optyczna i cyfrowa: podstawy, rejestracja/rekonstrukcja, holografia optyczna/cyfrowa/komputerowa.
- 7) Obrazowanie fotoakustyczne: podstawy.
- 8) Dyfuzyjna tomografia optyczna: podstawy.
- 9) Spektroskopia Ramana: podstawy.
- 10) Główne wyzwania i trendy rozwoju optycznych technik obrazowania medycznego.

Zagadnienia W2 (część 1 i 2: 4h) :

- 1) Podstawy odwzorowania optycznego: wzór soczewkowy, sprzężenie płaszczyzny obrazowej i przedmiotowej, obrazowanie stygmatyczne.
- 2) Czynniki wpływające na pogorszenie jakości odwzorowania optycznego.
- 3) Przesłona aperturowa, apertura numeryczna, sposoby jej zwiększenia.
- 4) Dyfrakcja światła na przesłonie aperturowej: podstawy, plamka Airy'ego, zależność rozmiarów obrazu dyfrakcyjnego od apertury numerycznej i wielkości przesłony aperturowej.
- 5) Podstawowe aberracje optyczne i sposób deformacji obrazu pojedynczego punktu świetlnego.
- 6) Kryteria dwupunktowej zdolności rozdzielczej (poprzecznej).
- 7) Koncepcja okresowego przedmiotu optycznego, analiza harmoniczna i twierdzenie Fouriera.
- 8) Znaczenie i sens fizyczny transformacji Fouriera i odwrotnej transformacji Fouriera w kontekście odwzorowania optycznego.
- 9) Pojęcie widma kąтового.
- 10) Strefa Ewalda i jej znaczenie w kontekście zdolności rozdzielczej obrazowania optycznego.
- 11) Wykorzystanie widma kąтового w opisie dyfrakcji światła na przedmiocie.
- 12) Właściwości fazowe soczewki i optyczna realizacja transformacji Fouriera.
- 13) Teoria odwzorowania Abbego: etap; filtracja przestrzenna; warunek formowania obrazu w zależności od ilości przekształcanych przez układ rzędów ugięcia; układy liniowe i stacjonarne; punktowa funkcja rozmycia i funkcja przenoszenia; pasmo przenoszenia; obrazowanie w świetle koherentnym i niekoherentnym: koherentna i niekoherentna funkcja przenoszenia, ich działanie; funkcja przenoszenia (koherentna, niekoherentna/optyczna) a zdolność rozdzielcza; głęboka ostrość i funkcja przenoszenia a osiowa zdolność rozdzielcza.
- 14) Próbkowanie sygnału, rozdzielczość matrycy kamery na jakość obrazu cyfrowego, aliasing.

Zagadnienia W3 (2h):

- 1) Koncepcje zwiększenia zdolności rozdzielczej (osiowej, poprzecznej) obrazowania.
- 2) Z czego wynikają ograniczenia rozdzielczości obrazowania techniki fluorescencyjnych (układ oświetlający/obrazujący).
- 3) Fale zanikające: podstawy fizyczne, sposób generacji, cechy i właściwości.
- 4) Fale dalekiego i bliskiego pola: kryterium podziału i różnice.
- 5) Podstawy fizyczne SNOM, cechy, wady, zalety.
- 6) Sposób przygotowania sond skanujących SNOM.
- 7) Rodzaje sond skanujących i tryby ich pracy.
- 8) Sonda jak o lokalne źródło wzbudzenia i lokalne centrum rozpraszające.

Zagadnienia W4 (2h):

- 1) Techniki nanoskopii fluorescencyjnej (STED/PALM/STORM): podstawy fizyczne, cechy, sposób uzyskania super-rozdzielczości.
- 2) Nanoskopia dyfrakcyjna/holograficzna: podstawy fizyczne, cechy, sposób uzyskania super-rozdzielczości wynikający z wykorzystania wiązki pozaosiowej, barwienie cyfrowe.
- 3) Mikroskopia nasyczonego wzbudzenia: podstawy fizyczne, cechy, sposób zwiększenia rozdzielczości, ograniczenia.
- 4) Mikroskopia oświetlenia strukturalnego: podstawy fizyczne, wykorzystanie efektu Mory, technika 2D vs. 3D, wpływ częstości siatki oświetlającej na pasmo przenoszenia, sposób zwiększenia rozdzielczości
- 5) Hybrydowe techniki mikroskopii oświetlenia strukturalnego SIM (SSIM, NL-SIM, TIRF-SIM, SIM z wykorzystaniem fal zanikających): podstawy fizyczne, cechy, sposób zwiększenia rozdzielczości.
- 6) Sposoby wykorzystania obrazowania SIM.

Zagadnienia W5 (2h):

- 1) Mikroskopia fali stojącej SVM, 4pi (-A-B,-C)- sposób uzyskania super-rozdzielczości, ograniczenia, przyczyny zwielokrotnienia obrazu i sposoby jego ograniczenia
- 2) Mikroskopia 4pi-STED, I⁵M, I⁵S: podstawy fizyczne, cechy, sposób uzyskania super-rozdzielczości, porównanie PSF i TF..
- 3) Mikroskopia Light-Sheet: problemy mikroskopii fluorescencyjnej, podstawy fizyczne, koncepcja działania tej techniki, różne konfiguracje, zalety i wady, wiązka Gaussa vs. wiązki samo -rekonstruujące się , SIM-light sheet microscopy,