

Zakład Optyki Informacyjnej (IGF) – propozycje tematów prac magisterskich
dla studentów Fizyki (specjalność z Fotoniki) i Inżynierii Nanostruktur (potok – z Fotoniki) w
roku akademickim 2015/16

Lista proponowanych tematów prac magisterskich:

1. Detekcja jednopunktowa w obrazowaniu przez tkanki biologiczne (A. Pastuszczyk)
2. Zastosowanie teorii oszczędnego próbkowania do pomiaru właściwości optycznych metamateriałów warstwowych (R. Kotyński)
3. Rekonstrukcja obrazu kompresowalnego w drodze filtracji liniowej na podstawie oszczędnego pomiaru wykorzystującego detektor jednopunktowy (R. Kotyński)
4. Optoelectronic characterization of solar energy devices under concentrated illumination (R. Kotyński)
5. Modelling and Optimisation of Electromagnetic Absorbers (Modelowanie i optymalizacja absorberów elektromagnetycznych) (R. Kotyński)
6. Modelowanie propagacji w strukturach fotowoltaicznych (R. Kotyński)
7. Badanie oddziaływania fali elektromagnetycznej z nanostrukturyzowanym ośrodkiem dielektrycznym (R. Buczyński)
8. Badanie właściwości światłowodów z powietrznym rdzeniem (R. Buczyński)
9. Analiza efektów nieliniowych w wielordzeniowych światłowodach fotonicznych (R. Buczyński)

Szczegółowy opis:

1. „Detekcja jednopunktowa w obrazowaniu przez tkanki biologiczne”

Opiekun: **dr Anna Pastuszczyk**, apastuszczyk@igf.fuw.edu.pl

Praca doświadczalna i numeryczna, której przedmiotem jest zastosowanie układu obrazującego z pojedynczym detektorem (ang. single-pixel camera) do obrazowania w świetle widzialnym obiektów znajdujących się w głębi ośrodka rozpraszającego, w szczególności tkanki biologicznej. Technika ta mogłaby w przyszłości posłużyć do bezinwazyjnej diagnostyki medycznej in vivo. Praca badawcza będzie obejmowała wykonanie pomiarów z wykorzystaniem niekoherentnego światła strukturyzowanego (konieczna będzie nieznaczna modyfikacja już istniejącego układu doświadczalnego) oraz numeryczną rekonstrukcję obrazu przy użyciu dostępnych pakietów numerycznych. Celem pracy jest m.in. weryfikacja hipotezy zapostulowanej w pracy: V. Duran, F. Soldevila, et.al., OPTICS EXPRESS vol. 23, no. 11, p. 14424, mówiącej że metoda obrazowania jedno-punktowego pozwala na lepszą rekonstrukcję obrazów obiektów znajdujących się w głębi tkanki biologicznej niż klasyczna metoda transiluminacji czy użyciu fali o tej samej długości.

2. „Zastosowanie teorii oszczędnego próbkowania do pomiaru właściwości optycznych metamateriałów warstwowych”

3. Rekonstrukcja obrazu kompresowalnego w drodze filtracji liniowej na podstawie oszczędnego pomiaru wykorzystującego detektor jednopunktowy

Opiekun: **dr hab. Rafał Kotyński**, rafalk@fuw.edu.pl

Teoria oszczędnego próbkowania (ang. compressed sensing/computational ghost imaging; której nie należy mylić z numerycznymi algorytmami kompresji) jest rozwijaną od kilkunastu lat i niedawno zastosowaną w optyce teorią przetwarzania sygnałów, która pozwoliła m.in. na zbudowanie aparatu fotograficznego praktycznie pozbawionego elementów optycznych, oraz kamery zawierającej elementy MEMS (mikro-elektro-mechaniczne) z pojedynczym tzw. jednopikselowym detektorem, które zastępują klasyczną macierz detektorów. Taką kamerę można wykonać dla praktycznie dowolnego zakresu długości fal wykorzystując istniejące detektory. Powyższe trzy tematy prac dotyczą wykorzystania tej techniki do rekonstrukcji odpowiedzi impulsowej metamateriałów optycznych oraz do analizy działania nowych algorytmów rekonstrukcji.

2. "Modelling and Optimisation of Electromagnetic Absorbers" ("Modelowanie i optymalizacja absorberów elektromagnetycznych")

Opiekun: **dr hab. Rafał Kotyński**, rafalk@fuw.edu.pl (temat zarezerwowany dla Bartosza Wieciecha)

Celem pracy będzie zaprojektowanie i wykonanie absorbera elektromagnetycznego o konstrukcji warstwowej dla zakresu widzialnego, dla bliskiej podczerwieni i być może dla pełnego zakresu promieniowania ciała doskonale czarnego w temperaturze pokojowej. Praca obejmie także pomiary współczynnika odbicia absorbera przynajmniej w zakresie widzialnym. Do wykonania pracy zapraszam szczególnie osoby, które uzyskały już podstawową wiedzę dotyczącą modelowania struktur fotonicznych, lub są gotowe poświęcić czas na nauczanie się jednej z metod modelowania (najlepiej metody macierzy rozpraszania oraz metoda różnic skończonych FDTD). Struktura zostanie napyłona w napyłarni PVD.

3. „Optoelectronic characterization of solar energy devices under concentrated illumination”

Opiekun na UW: **dr hab. Rafał Kotyński**, rafalk@fuw.edu.pl (temat zarezerwowany dla Krzysztofa Czajkowskiego)

One of the main challenges of photovoltaic research is to obtain high efficiency devices, while maintaining relatively low cost. Locally enhanced performance of solar cells can be achieved by using nano- and microlenses to concentrate sunlight. This effect can be especially beneficial in conjunction with diminishing the absorber area down to sub-mm² level, which might allow reduced material consumption without degraded performance. New branch of photovoltaics called microconcentrator photovoltaics emerges.

However, before it will be possible to utilize microconcentrator photovoltaics concept, basic material properties of solar energy devices illuminated with concentrated light must be studied. The aim of the thesis will be construction of the setup allowing optoelectronic characterization under high intensity illumination and performing several measurements with the obtained setup. To achieve this goal, student will study basic optical and thermodynamical aspects of concentrated photovoltaics, measure performance of various light sources in terms of spectral power distribution and focal spot homogeneity, design and construct IV/EQE measurement setup. During the work, novel optical and simulation tools such as supercontinuum laser, beam profiling camera, ray-tracing software will be used.

5. „Badanie oddziaływania fali elektromagnetycznej z nanostrukturyzowanym ośrodkiem dielektrycznym”

Opiekun: **dr hab. Ryszard Buczyński**, rbuczyns@igf.fuw.edu.pl

Praca jest poświęcona modelowaniu oddziaływania fali elektromagnetycznej z podfalowym ośrodkiem objętościowym z nanostrukturą 2-wymiarową i ciągłą w 3-cim wymiarze. Struktury takie opisywane są poprzez model efektywnego ośrodka Maxwella-Garnetta. Symulacje przeprowadzane będą w pełni wektorową metodą propagacji wiązki (FV BPM). Celem pracy jest zaprojektowanie ośrodka przy zastosowaniu modelu efektywnego ośrodka (MGM) o zadanych

właściwościach optycznych (ogniskowanie, polaryzacja wiązki, materiał anizotropowy), weryfikacja przy zastosowaniu metody BPM, przy wykorzystaniu rzeczywistych materiałów dielektrycznych szklanych i polimerowych w szerokim zakresie widma VIS-NIR.

6. „Badanie właściwości światłowodów z powietrznym rdzeniem”

Opiekun: **dr hab. Ryszard Buczyński**, rbuczyns@igf.fuw.edu.pl

Celem pracy jest zaprojektowanie światłowodów fotonicznych z powietrznym rdzeniem z wykorzystaniem 1) struktury kryształu fotonicznego oraz 2) struktury antyrezonansowej. W ramach pracy przewidujemy napisanie programu do projektowania takich światłowodów w środowisku (COMSOL Multiphysics). Do weryfikacji symulacji wykorzystana zostanie metoda różnic skończonych (oprogramowanie komercyjne Lumerical). Możliwość rozszerzenia pracy o część eksperymentalna pomiarów wytworzonych włókien z powietrznym rdzeniem.

7. „Analiza efektów nieliniowych w wielordzeniowych światłowodach fotonicznych”

Opiekun: **dr hab. Ryszard Buczyński**, rbuczyns@igf.fuw.edu.pl (temat zarezerwowany dla Aleksandra Ramaniuka)

Celem pracy będzie badanie efektów nieliniowych w światłowodach fotonicznych w zależności od sprzężenia rdzeni. Praca będzie się składać z dwóch części: numerycznej oraz doświadczalnej. W części numerycznej zostanie wykonana symulacja przy pomocy modelu sprzężonych nieliniowych równań Schrodingera. Część doświadczalna składa się z zaprojektowania, wykonania oraz badania wielordzeniowego światłowodu w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych oraz na Wydziale Fizyki UW.