

INSTYTUT GEOFIZYKI

Tematy prac licencjackich dla studentów studiów indywidualnych I stopnia w roku akademickim 2012/13

Zakład Fizyki Atmosfery

Temat: „Drobnoskalowe fluktuacje temperatury w atmosferze – pomiary ultraszybkim termometrem UFT”

Opiekun: prof. dr hab. Szymon Malinowski (Zakład Fizyki Atmosfery)

W Zakładzie Fizyki Atmosfery od lat rozwijane są techniki pomiarów parametrów fizycznych atmosfery z pokładu samolotu. Kolejne wersje rozwijanego przez nas termometru samolotowego UFT, najszybszego urządzenia badawczego tego typu, używane są w lotach pomiarowych na całym świecie.

Najnowsza, właśnie powstająca wersja ma stałą czasową rzędu 0,0001s co pozwala mierzyć w locie fluktuacje temperatury na odległości rzędu milimetra, zbliżonej do odległości między kropelkami w chmurze.

W ramach pracy licencjackiej proponuję udział w rozwijaniu tej najnowszej wersji termometru: prowadzeniu testowych pomiarów w laboratorium i tunelu aerodynamicznym, analizie wyników pomiarów i porównaniu zebranych wyników z numerycznymi symulacjami przepływu powietrza wokół termometru.

Zakład Fizyki Litosfery

Temat 1: „Wyznaczenie orientacji składowych wybranych szerokopasmowych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 na podstawie polaryzacji fal Rayleigha”

Opiekun: dr Monika Wilde-Piórko (Zakład Fizyki Litosfery)

Praca licencjacka polega na wyznaczeniu orientacji składowych przestrzennych wybranych szerokopasmowych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 poprzez wyznaczenie polaryzacji zarejestrowanych przez nie fal Rayleigha”.

Wymagania: znajomość języka angielskiego na poziomie średnio-zaawansowanym, podstawy systemu Linux.

Temat 2: „Analiza oceny jakości wybranych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008”

Opiekun: dr Monika Wilde-Piórko (Zakład Fizyki Litosfery)

Praca licencjacka polega na sporządzeniu statystyki oraz widma gęstości mocy (PSD) sejsmogramów zarejestrowanych przez kilka, wybranych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 przy pomocy pakietu PQLX.

Wymagania: znajomość języka angielskiego na poziomie średnio-zaawansowanym, podstawy systemu Linux.

Temat 3: „Wyznaczenie rozkładu residuów czasów przyjścia fal sejsmicznych na obszarze Europy Centralnej na podstawie danych pasywnego eksperymentu PASSEQ 2006-2008”

Opiekun: dr Monika Wilde-Piórko (Zakład Fizyki Litosfery)

Na podstawie kilku wybranych dalekich trzęsień ziemi zarejestrowanych przez stacje sejsmiczne międzynarodowego pasywnego eksperymentu sejsmicznego PASSEQ 2006-2008 należy wyznaczyć residua czasów przyjścia fal sejsmicznych dalekich trzęsień ziemi w stosunku do referencyjnego modelu iasp91. Wynikiem opracowania będzie mapa residuów na obszarze Europy Centralnej w strefie Szwu-Transeuropejskiego, głównej jednostki tektonicznej przebiegającej przez obszar Polski oddzielającej „młode” i „stare” struktury kontynentalne.

Wymagania: znajomość języka angielskiego na poziomie średnio-zaawansowanym, podstawy systemu Linux.

Zakład Optyki Informacyjnej

Opiekun: dr Rafał Kotyński (Zakład Optyki Informacyjnej)

Temat 1: Bezdyfrakcyjna i nadrozdzielcza transmisja światła w warstwowych strukturach metalicznodielektrycznych

Temat pracy dotyczy najnowszych osiągnięć nanooptyki. Przy użyciu odpowiednio zaprojektowanych struktur warstwowych złożonych z kilkudziesięcionanometrowych warstw metali i dielektryków możliwe jest praktyczne osłabienie dwóch pozornie podstawowych ograniczeń obowiązujących w optyce. Pierwsze to ograniczenie dyfrakcyjne rozdzielczości układu obrazującego w przybliżeniu określone przez połowę długości użytej fali. Drugie to ograniczenie odległości, jaką fala może pokonać w metalu, związane z wartością grubości naskórkowej, równej typowo kilkudziesięciu nanometrom dla światła widzialnego i metali szlachetnych. W rezultacie rozpatrywane struktury mogą pełnić funkcję nadrozdzielczych układów obrazujących w polu bliskim. Określa się je mianem soczewek płaskich lub supersoczewek, a ich efektywne własności plasują je w grupie tzw. metamateriałów optycznych. Ponadto, a czasem równocześnie, obserwowana jest tzw. przezroczystość metalu, czyli propagacja wewnątrz metalu na łącznych odległościach wielokrotnie

przekraczających grubość naskórkową. W szczególności chodzi o dwie kategorie soczewek płaskich, których działanie oparte jest odpowiednio na rezonansowym tunelowaniu oraz na tzw. kanalizacji (ang. canalization). Pierwszy z mechanizmów ma charakter szerokopasmowy i umożliwia obrazowanie na większych odległościach. Drugi jest w praktyce ograniczony przez absorpcję do struktur o grubości podfalowej i ma charakter rezonansowy. Wykorzystuje własności efektywne struktury, która działa podobnie jak anizotropowy rezonator Fabry-Perot. Odpowiednia postać anizotropii umożliwia uniezależnienie warunku na rezonans od kąta padania, obowiązując również dla pewnego zakresu fal zanikających (ewanescentnych) co decyduje o własnościach nadrozdzielczych.

Przedmiotem pracy licencjackiej będzie wykonanie symulacji działania wybranego typu warstwowej soczewki płaskiej. W ramach przyznanego nam w tym roku grantu rozwojowego zamierzamy taką soczewkę wykonać w ciągu dwóch lat. Ewentualna kontynuacja pracy na poziomie magisterium będzie się więc mogła wiązać z pracą doświadczalną.

Temat 2: Obrazowanie nadrozdzielcze przy użyciu metaliczno-dielektrycznych nanosoczewek płaskich

Oslabienie ograniczenia dyfrakcyjnego może mieć ogromne znaczenie dla rozwoju nanofotoniki. Przy użyciu odpowiednio zaprojektowanych struktur warstwowych złożonych z kilkudziesięcionanometrowych warstw metali i dielektryków możliwe jest uzyskanie obrazowania z rozdzielczością znacznie wyższą niż wynika to z kryterium rozdzielczości Rayleigha. Przedmiotem pracy licencjackiej będzie wykonanie symulacji działania warstwowej soczewki płaskiej przy użyciu gotowego oprogramowania – np. wykorzystującego metodę różnic skończonych (FDTD). Istnieje ponadto możliwość wzięcia udziału w doświadczalnym wytworzeniu nanosoczewek bądź w pomiarach ich własności.

Opiekun: dr hab. Ryszard Buczyński (Zakład Optyki Informacyjnej)

Temat 1: Optyczne elementy dyfrakcyjne w optyce światłowodowej

Zakład Optyki Informacyjnej we współpracy z Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) od 2002 roku projektuje i wytwarza m.in. światłowody fotoniczne oraz nanostrukturalne elementy mikrooptyczne.

Celem proponowanej pracy jest charakteryzacja nowych całoszlanych elementów dyfrakcyjnych wykonanych przez naszą grupę badawczą w ITME. W szczególności głównym zadaniem będzie badanie możliwości zastosowania wytworzonych elementów do sprzęgania światłowodów jednomodowych ze światłowodami wielordzeniowymi.

Praca ma charakter eksperymentalny. W ramach pracy planujemy również udział w pracach technologicznych wytwarzania struktur w ITME.

Po zakończeniu pracy licencjackiej przewidujemy możliwość kontynuowania pracy badawczej w tej dziedzinie w ramach studiów magisterskich w Zakładzie Optyki Informacyjnej we współpracy z ośrodkami zagranicznymi (m.in. Heriot-Watt University).

Wymagania: zdolności eksperymentatora, zamiłowanie do optyki i laserów, znajomość środowiska Matlab w zakresie podstawowym, znajomość angielskiego w zakresie wystarczającym do czytania podręczników i artykułów naukowych.

Temat 2: Badanie własności nieliniowych światłowodów fotonicznych pokrytych grafenem

Światłowodów fotonicznych są włóknami optycznymi nowego typu wytwarzanymi w laboratoriach od 1996 roku. Łączą one w sobie własności klasycznych światłowodów oraz kryształów fotonicznych. Dzięki temu można uzyskać włókna optyczne o własnościach niemożliwych do osiągnięcia w klasycznych światłowodach. Światłowodów fotonicznych posiadają wewnętrzną, periodyczną strukturę powietrznych mikropilar umieszczonych w matrycy dielektryku. Struktura periodyczna ma okres porównywalny z długością fali świetlnej i może modyfikować przestrzenne własności pola elektromagnetycznego propagującego się w niej fali.

Dzięki możliwości otrzymania małego rdzenia otoczonego strukturą o wysokim stopniu wypełnienia powietrzem istnieje możliwość silnej lokalizacji światła na długim odcinku. Pozwala to na zastosowanie takich włókien do badania zjawisk nieliniowych przy niewielkich energiach impulsów. Szczególne zainteresowanie budzi obecnie zastosowanie nieliniowych światłowodów nieliniowych do obserwacji wielu zjawisk nieliniowych m.in. mieszania 4 fal, wymuszonego rozpraszania Ramana, wymuszonego rozpraszania Brillouina, samomodulacji fali.

W ostatnich latach duże zainteresowanie budzi zastosowanie grafenu do optyki nieliniowej m.in. dzięki wysokiemu współczynnikowi absorpcji w dużym zakresie widma. Grafen doskonałej jakości jest wytwarzana od 2010 roku w ITME.

Połączenie nieliniowych własności włókien fotonicznych oraz grafenu może doprowadzić do obserwacji interesujących zjawisk nieliniowych, które mogą znaleźć zastosowanie w praktyce m.in. do generacji supercontinuum.

Zakład Optyki Informacyjnej we współpracy z Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) od 2002 roku projektuje i wytwarza nieliniowe włókna fotonicznych ze szkła specjalnych (wysokoosiłowych, osłowo-krzemianowych, tellurowych). Obecnie grupy ZOI oraz ITME prowadzą prace badawcze nad pokrywaniem światłowodów fotonicznych.

Celem proponowanej pracy licencjackiej jest badanie zjawisk nieliniowych w światłowodach fotonicznych pokrytych oraz infiltrowanych warstwami grafenu i pompowanych laserami impulsowymi. Praca ma charakter eksperymentalny. W ramach pracy planujemy również udział dyplomanta w pracach technologicznych wytwarzania włókien oraz pokrywania ich grafenem w ITME.

Po zakończeniu pracy licencjackiej przewidujemy możliwość kontynuowania pracy badawczej w tej dziedzinie w ramach studiów magisterskich w na Wydziale Fizyki UW w Zakładzie Optyki Informacyjnej we współpracy z ośrodkami zagranicznymi (m.in. Vrije Universiteit Brussel).

Wymagania: zdolności eksperymentatora, zamiłowanie do optyki i laserów, znajomość środowiska Matlab w zakresie podstawowym, obróbki danych, znajomość optyki nieliniowej, znajomość angielskiego w zakresie wystarczającym do czytania podręczników i artykułów naukowych.

Temat 3: Generacja supercontinuum w światłowodach fotonicznych

Generacja ciągłego widma 'supercontinuum' poprzez pompowanie nieliniowych światłowodów mikrostrukturalnych (fotonicznych) krótkimi impulsami laserowymi jest dynamicznie rozwijającą się tematyką badawczą od 2001 roku.

Do unikalnych własności supercontinuum generowanego w włóknach fotonicznych należy zaliczyć uzyskiwaną wysoką gęstość mocy, niskie moce potrzebne do jego generacji oraz stosunkowo długi czas impulsu wejściowego. Źródła supercontinuum znalazły zastosowanie w metrologii częstotliwości, spektroskopii, kompresji impulsów, mikroskopii konfokalnej, charakteryzacji detektorów, kontroli jakości żywności oraz tomografii optycznej OCT. Generacja supercontinuum przy pomocy obecnie dostępnych tanich laserów nanosekundowych pozwala na budowę stosunkowo niedrogich źródeł światła szerokopasmowego do powszechnego wykorzystania w przemyśle, biomedycynie i metrologii.

Zakład Optyki Informacyjnej we współpracy z Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) od 2002 roku projektuje i wytwarza nieliniowe włókna fotoniczne ze szkła specjalnych (wysokoołowowych, ołowiwokrzemianowych, tellurowych).

Celem proponowanej pracy jest samodzielne badanie generacji supercontinuum w światłowodach fotonicznych pompowanych laserami femtosekundowymi i nanosekundowymi oraz wpływu polaryzacji, długości fali i mocy impulsu na otrzymywane charakterystyki. Praca ma charakter eksperymentalny. W ramach pracy planujemy również demonstracje technologii wytwarzania włókien w ITME.

Po zakończeniu pracy licencjackiej przewidujemy możliwość kontynuowania pracy badawczej w tej dziedzinie w ramach studiów magisterskich w Zakładzie Optyki Informacyjnej we współpracy z ośrodkami zagranicznymi (m.in. HeriotWatt University, Vrije Universiteit Brussel).

Wymagania: zdolności eksperymentatora, zamiłowanie do optyki i laserów, znajomość środowiska Matlab w zakresie podstawowym, znajomość angielskiego w zakresie wystarczającym do czytania podręczników i artykułów naukowych.

Opiekun: dr Jacek Pniewski

Temat: Numeryczne modelowanie własności światłowodów fotonicznych

Istotą pracy jest przeprowadzenie szeregu symulacji komputerowych z użyciem specjalistycznego oprogramowania, które mają na celu określenie własności danej klasy światłowodów fotonicznych. Badane są własności modowe oraz dyspersyjne, w zależności od parametrów materiałowych i geometrycznych światłowodów. Zmiennymi w eksperymencie są: rozkład szkła w przekroju poprzecznym, stała siatki, współczynniki wypełnienia oraz wielkość rdzenia. Poszukiwane jest rozwiązanie, dla którego można uzyskać płaską dyspersję w dużym zakresie widmowym.

Wykorzystywane oprogramowanie to głównie MODE Solutions firmy Lumerical oraz MATLAB, który służy do przetwarzania i analizy danych uzyskanych w mode-solwerze.

Opiekun: prof. dr hab. Tomasz Szoplik (Zakład Optyki Informacyjnej)

Temat 1: Plazmoneiczne nanosoczewki z metalu i dielektryka.

Temat 2: Plazmoneiczne pułapkowanie światła w ogniach słonecznych.

Temat 3: Powierzchniowa fala plazmonowo-polarytonowa – podstawy i zastosowania.