

Zakład Fizyki Atmosfery

1. Modelowanie strefy wierzchołkowej chmury Stratocumulus w warunkach laboratoryjnych.

Opiekun: prof. dr hab. Szymon Malinowski

Praca jest związana z eksperymentem w komorze chmurowej: generowaniem chmury kropeł wody o własnościach takich jak w chmurach naturalnych i obserwowania/pomiarów jej ewolucji z wykorzystaniem techniki PIV (Particle Imaging Velocimetry). Chmura w komorze oświetlana jest płaszczyzną światła z lasera impulsowego. Rozproszenie światła przez kropelki pozwala na zwizualizowanie rozkładu kropli na przekroju przez chmurę. Obrazowanie rozproszonego światła na kolejnych klatkach pozwala śledzić przemieszczenia się kropelek i określić prędkość ruchu w płaszczyźnie światła.

W ramach pracy trzeba będzie zanalizować pewne cechy przepływu w sytuacji, gdy w komorze chmurowej odtworzymy warunki panujące w wierzchołkowej części stratocumulusa. Dalekosiężnym celem badań jest zrozumienie jak procesy mieszania/parowania kropli w wierzchołkowej warstwie tej chmury wpływają na rozkład rozmiarów kropelek. Jest to ważne dla zrozumienia własności radiacyjnych chmur (w szczególności poprawnego opisu rozpraszania promieniowania słonecznego przez chmury) dla potrzeb modeli prognoz pogody i klimatu.

2. Zmiany klimatu Polski nad podstawie danych z re-analizy NCEP/NCAR.

Opiekun: dr Krzysztof Markowicz

Celem pracy jest analiza danych klimatycznych z obszaru Polski na podstawie globalnej re-analizy NCEP-NCAR. Ma ona na celu pokazanie trendów podstawowych wielkości atmosferycznych takich jak: temperatura powietrza, wilgotność, opady, zachmurzenie obserwowanych w ostatnich 50-ci latach. W dalszej kolejności porównanie ich do zmian obserwowanych w skali globalnej.

3. Zmienności dopływu promieniowania słonecznego oraz długofalowego w cyklu rocznym.

Opiekun: dr Krzysztof Markowicz

W ramach pracy przewiduje się analizę danych radiacyjnych gromadzonych w Laboratorium Transferu Radiacyjnego w Instytucie Geofizyki UW w celu oszacowania całkowitej energii docierającej do powierzchni Ziemi w ciągu roku oraz jej zmienności w cyklu rocznym. Analizowane będą osobno przypadki bezchmurnego nieba określone na podstawie zmienności czasowej promieniowania słonecznego do chodzącego do powierzchni Ziemi.

4. Analiza wyników lotniczych pomiarów widma rozmiarów kropeł w chmurach.

Opiekun: dr hab. Hanna Pawłowska, prof. UW

Chmury, będąc powszechnie obecne w atmosferze, odgrywają bardzo ważną rolę w bilansie energetycznym Ziemi, a co za tym idzie mają istotny wpływ na klimat. Chmury oddziałują z promieniowaniem słonecznym głównie poprzez rozpraszanie światła na kropelkach wody. Badanie widm kropelek chmurowych jest zatem punktem wyjściowym do studiowania wielu procesów atmosferycznych zachodzących w atmosferze. Zgodnie z raportami IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.ipcc.ch>) oszacowanie wpływu chmur na klimat związane jest z największą niepewnością, co pokazuje jak wiele zjawisk związanych z chmurami nie jest jeszcze dobrze poznanych.

Eksperymentalnie chmury studiuje się dokonując pomiarów in-situ z pokładu samolotu. Do badań widm kropeł chmurowych używane są przyrządy, których zasada działania oparta jest

głównie na pomiarze rozpraszania światła laserowego. Innych przyrządów używa się do pomiaru bardzo małych kropeł (tzw. kropelki chmurowe o rozmiarach do 20 μm), a innych do pomiaru kropeł mżawki (rozmiary do ok. 600 μm) lub deszczu.

W pracy licencjackiej analizowane będą dane zebrane w czasie eksperymentu RICO (Rain in Cumulus over the Ocean, <http://www.eol.ucar.edu/projects/rico/>), który miał miejsce na przełomie 2004 i 2005 roku w rejonie wysp Antigua i Barbuda na Morzu Karaibskim. Obszar ten jest interesujący z punktu widzenia klimatycznego, szczególnie ze względu na chmury rozwijające się w strefie pasatowej. Dane zebrane w czasie tego eksperymentu są bardzo dobrze udokumentowane i zebrane w bazie danych. W eksperymencie EICO uczestniczyli m.in. pracownicy Instytutu Geofizyki.

Podczas pracy licencjackiej student będzie miał okazję zapoznać się z podstawowymi procesami zachodzącymi w chmurach oraz przyrządami służącymi do ich pomiaru. Nabierze sprawności w komputerowej analizie i wizualizacji danych pomiarowych przy pomocy oprogramowania i formatów zapisu danych dedykowanych do zastosowań geofizycznych. Realizacja pracy licencjackiej może być dobrym wstępem do dalszych studiów na poziomie magisterskim i doktorskim. Student będzie miał okazję, podobnie jak inni studenci Instytutu Geofizyki, uczestniczenia w programach szkoleniowych EUFAR (European Fleet for Airborne Research, <http://www.eufar.net>, <http://www.igf.fuw.edu.pl>).

Wymagane/przydatne umiejętności:

- podstawowa wiedza na temat pracy w środowisku systemu UNIX (Linux),
- znajomość wybranego środowiska do analizy i wizualizacji danych, np. Matlab (Octave) lub IDL (GDL), ew. znajomość wybranego języka programowania oraz wybranego narzędzia do wizualizacji danych (np. gnuplot)
- zapoznanie się z formatem netCDF

Lista sugerowanych przedmiotów do wyboru na 3 roku:

- Podstawy hydrodynamiki
- Metody numeryczne
- Wstęp do geofizyki

5. Wpływ wielokrotnego rozproszenia fotonów wiązki laserowej w atmosferze na intensywność mierzonego sygnału lidarowego.

Opiekun: dr Iwona Stachlewska

Przyrządy teledetekcyjne oparte na technikach lidarowych (LIDAR – **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging) wykorzystywanych do pomiarów atmosferycznych zasadzają się na pomiarze intensywności rozproszenia wstecznego fotonów emitowanej wiązki laserowej na cząsteczkach występujących na jej drodze w atmosferze. Dzięki temu przyrządy te znajdują doskonałe zastosowanie do badań własności optycznych aerozoli i chmur oraz struktury troposfery. Mierzone sygnały lidarowe analizowane są zwyczajowo przy założeniu pojedynczego rozproszenia fotonów wiązki laserowej w atmosferze, co jest dobrym założeniem dla wykonywania pomiarów w atmosferze czystej przy bezchmurnych warunkach pogodowych. Niestety obszary występowania silnie skoncentrowanych (zanieczyszczenia miejskie) lub dużych (piasek pustylny) cząsteczek aerozoli i chmur charakteryzuje silny wpływ rozproszenia wielokrotnego. Jest on zależny nie tylko od koncentracji i wielkości cząsteczek rozpraszających, ale również od współczynnika załamania, długości fali wysyłanej wiązki laserowej oraz odległości od przyrządu. Dodatkowo parametry techniczne przyrządu, w szczególności kąt bryłowy pola widzenia układu zbierającego sygnał, silnie wpływają na zmiany intensywności sygnału lidarowego.

Praca licencjacka wykonana w ramach proponowanej tematyki będzie polegała na przeprowadzeniu symulacji wpływu rozproszenia wielokrotnego na sygnały mierzone przez najnowszej generacji przyrząd lidarowy *Ceilmeter CHK_15k* używany w Zakładzie Fizyki Atmosfery Instytutu Geofizyki (ZFA IGF). Symulacje zostaną wykonane przy pomocy istniejącego programu *Multi_Scatt* dla zadanych profili współczynników rozproszenia wstecznego i ekstynkcji charakterystycznych dla wybranych czterech sytuacji: bezchmurnej atmosfery czystej, silnie zanieczyszczonej warstwy granicznej, niskiej chmury typu Cumulus i wysokiej chmury typu Cirrus.

Podczas wykonywania pracy licencjackiej student zdobędzie doświadczenie teoretyczne i praktyczne:

- zapozna się z budową i zasadą działania atmosferycznych przyrządów pomiarowych opartych na zasadzie aktywnych technik teledetekcyjnych
- zapozna się z podstawowymi zjawiskami fizycznymi zachodzącymi podczas interakcji wiązki laserowej z cząsteczkami troposfery (rozproszenie, absorpcja i ekstynkcja)
- przeprowadzi symulacje wpływu wielokrotnego rozproszenia wiązki laserowej *Ceilometru CHM_15k* na jakość mierzonego sygnału przy pomocy programu *Multi_Scatt*
- porównana wyniki symulacji wykonanych dla przypadku atmosfery czystej, zanieczyszczonej warstwy granicznej, chmury Cumulus i Cirrus

Realizacja pracy licencjackiej będzie dobrym wstępem do kontynuacji studiów na poziomie magisterskim w dziedzinach związanych z pomiarami lidarowymi w troposferze.

Wyniki pracy licencjackiej zostaną wykorzystane do stworzenia poprawek do algorytmów obliczeniowych ceilometru opracowanych w ZFA IGF.

Zakład Fizyki Litosfery

1. Fizyka procesów tektonicznych i wulkanicznych na Enceladusie.

Opiekun: dr hab. Leszek Czechowski

Korzystając z literatury fachowej i z Internetu należy omówić fizyczne aspekty procesów geodynamicznych na satelicie Saturna – Enceladusie. W szczególności należy omówić właściwości reologiczne litosfery (lód wodny z zawartością innych związków), możliwą konwekcję we wnętrzu satelity, mechanizm prowadzący do kiewulkanizmu (rodzaj gejzerów) oraz mechanizm poziomych ruchów fragmentów litosfery. Porównać to z procesami opisywanymi przez tektonikę płyt na Ziemi.

Praca przeglądowa, choć możliwe są pewne rozszerzenia o własne obliczenia.

2. Jeziora na Tytanie.

Opiekun: dr hab. Leszek Czechowski

Podstawowe informacje o satelicie Saturna – Tytanie: atmosfera, powierzchnia. Warunki konieczne do zaistnienia otwartych zbiorników cieczy na planecie. Dotychczasowe obserwacje dotyczące ewentualnych jezior na Tytanie. Procesy pogodowe.

Praca przeglądowa.

3. Tektonika płyt w Europie.

Opiekun: dr hab. Leszek Czechowski

Podstawy tektoniki płyt: litosfera oceaniczna i kontynentalna, subdukcja, rozrost dna oceanicznego. Współczesne procesy tektoniczne w Europie (Alpy, Karpaty, podział tektoniczny na płyty, ruch płyt).

Praca przeglądowa w oparciu o wybrane opracowania i literaturę fachową.

4. Konwekcja subkrytyczna w satelitach Saturna.

Opiekun: dr hab. Leszek Czechowski

Definicja liczby Rayleigha i konwekcji subkrytycznej. Zbadanie za pomocą numerycznego modelowania możliwości zaistnienia konwekcji subkrytycznej wewnątrz średniej wielkości satelitów lodowo-skalnych Saturna. Ewentualne skutki takiej konwekcji.

Praca oryginalna z wykorzystaniem gotowego programu numerycznego. Potrzebne podstawowe umiejętności programowania.

5. Kształt Ziemi – ewolucja poglądów od starożytności po czasy współczesne.

Opiekun: prof. dr hab. Marek Grad

Ziemia płaska, Ziemia kulista. Ziemia nie jest kulą! Siła grawitacji, siła odśrodkowa, siła ciężkości. Powierzchnia ekwipotencjalna i elipsoida obrotowa. Geoida – współczesne pomiary satelitarne.

* angielski, literatura krajowa (E.Rybka - *Astronomia Ogólna*; E.Stenz, M.Mackiewicz - *Geofizyka Ogólna*) i zagraniczna, materiały z dobrych źródeł internetowych

6. Liniowe anomalie magnetyczne – zapis zmian polarności pola magnetycznego Ziemi.

Opiekun: prof. dr hab. Marek Grad

Zmiany pola magnetycznego Ziemi: deklinacja, inklinacja, moment magnetyczny, dryft pola magnetycznego, odwracanie polarności. Zapis zmian pola magnetycznego w postaci liniowych anomalii magnetycznych skorupy oceanicznej.

* angielski, literatura krajowa i zagraniczna, materiały z dobrych źródeł internetowych

7. Nauki o Ziemi w Uniwersytecie Warszawskim.

Opiekun: prof. dr hab. Marek Grad

Opis historii nauk o Ziemi w Uniwersytecie Warszawskim w XIX i XX wieku.

* literatura głównie krajowa (artykuły w *Przeglądzie Geofizycznym*), materiały z dobrych źródeł internetowych, ?angielski

8. Skorupa ziemska platformy prekambryjskiej w Polsce.

Opiekun: prof. dr hab. Marek Grad

Opis struktury skorupy NE Polski (do głębokości ok. 50 km) na podstawie wyników eksperymentów głębokich sondowań sejsmicznych. Analiza modeli rozkładów prędkości fal sejsmicznych, identyfikacja pięter skorupy, prędkości fal w niżej leżącym płaszczu Ziemi. Porównanie z innymi obszarami prekambryjskimi w Europie.

* angielski, literatura krajowa i zagraniczna, materiały z dobrych źródeł internetowych

9. Temat do uzgodnienia.

Opiekun: prof. dr hab. Marek Grad

Temat będzie określony na podstawie zaproponowanej przez licencjata tematyki związanej z budową i procesami we wnętrzu Ziemi. W szereg partyjnej dyskusji zostanie określony zakres pracy oraz dobór odpowiednich źródeł.

* angielski?, literatura krajowa i zagraniczna? – do ustalenia

10. Strumień światła odbitego od obiektu o nieregularnym kształcie.

Opiekun: dr hab. Konrad Kossacki

Celem pracy jest napisanie programu obliczającego strumień światła odbitego w wybranym kierunku od obiektu o nieregularnym kształcie, na przykład jądra komety. Powierzchnia obiektu jest opisana za pomocą mapy cyfrowej: jest złożona z trójkątów, o zadanych współrzędnych.

Program może być napisany w dowolnym języku, w technologii otwartego źródła.

11. Własności zjawiska odwracania biegunowości pola magnetycznego Ziemi.

Opiekun: dr Lech Krysiński

Praca ma na celu zapoznanie się z obecną wiedzą na temat własności procesu odwracania biegunowości pola magnetycznego Ziemi, które znane są dzięki ponad stuletnim już badaniom zapisu skalnego tego zjawiska. Zadanie polega na przestudiowaniu literatury w języku polskim, przemyśleniu opisanych tam zagadnień, przygotowaniu prezentacji i krótkiego opisu przedstawiającego wyniki poszukiwań i przemyśleń. W trakcie lektury należy zwrócić uwagę na takie zagadnienia jak: sposób zapisywania się odwróceń w skałach, częstość występowania i czas trwania zjawiska, przebieg zmian kształtu pola w czasie odwracania, tablice magnetostratygraficzne, powstawanie anomalii magnetycznych dna oceanicznego oraz wpływ wszystkich tych ustaleń na poglądy dotyczące natury pola magnetycznego Ziemi. Wybrane wątki zagadnienia mogą być ewentualnie przestudiowane szerzej z pomocą literatury anglojęzycznej, zależnie chęci i upodobań autora pracy.

Do przeprowadzenia studium niezbędna jest znajomość podstaw elektrodynamiki klasycznej: rozwinięcia multipolowego statycznego pola magnetycznego (moment dipolowy, momenty wyższych rzędów) i najbardziej podstawowa wiedza dotycząca własności magnetycznych ciał stałych (ferromagnetyzm, punkt Curie).

Lista sugerowanych przedmiotów na trzecim roku studiów: Elektrodynamika klasyczna *lub* Elektrodynamika ośrodków ciągłych.

12. Propagacja fal sejsmicznych w skorupie i płaszczu Ziemi.

Opiekun: dr Monika Wilde-Piórko

Opis fal sejsmicznych generowanych w czasie trzęsień ziemi. Opis metod stosowanych w numerycznych programach liczących propagację objętościowych fal sejsmicznych w skorupie i płaszczu Ziemi ze szczególnym zwróceniem uwagi na ich zakres stosowalności i czas obliczeń.

Wymagania: znajomość języka angielskiego na poziomie średnio-zaawansowanym.

Źródła: literatura angielska, materiały z dobrych źródeł internetowych.

Zakład Optyki Informacyjnej

1. Generacja supercontinuum w światłowodach fotonicznych.

Opiekun: dr Ryszard Buczyński

Praca polega na wykonaniu pomiarów poszerzenia widma w światłowodach fotonicznych wykonanych ze szkieleń wieloskładnikowych pobudzanych oscylatorem femtosekundowym przy różnych warunkach pobudzenia (moc, polaryzacja) następnie należy wykonać symulacje metodą Split Step Fourier Method (SSFM) z wykorzystaniem gotowego oprogramowania i zidentyfikować zjawiska nieliniowe zachodzące we włóknie.

Praca jest częścią większego projektu badawczego.

2. Propagacja światła w światłowodach fotonicznych z powietrznym rdzeniem. Fotoniczna przerwa wzbroniona.

Opiekun: dr Ryszard Buczyński

Zjawisko fotonicznej przerwy wzbronionej jest wykorzystywane do prowadzenia światła we włóknach z powietrznym rdzeniem otoczonym strukturą dwuwymiarowego kryształu fotonicznego. Praca polega na wykonaniu pomiarów transmisji widma w światłowodach fotonicznych z powietrznym rdzeniem wykonanych ze szkieleń wieloskładnikowych pobudzanych źródłem szerokopasmowym supercontinuum. Po zidentyfikowaniu położenia przerwy wzbronionej należy użyć odpowiedniego lasera o długości fali podpowiadającej prowadzeniu fali w powietrznym rdzeniu i przy jego pomocy scharakteryzować własności optyczne światłowodu: efektywność sprzężenia, tłumienność, czułość na zgięcia, itp.

3. Modelowanie rozkładu fali elektromagnetycznej w dielektrykach przy wykorzystaniu metody elementów skończonych.

Opiekun: dr Rafał Kasztelaniec

Temat pracy dotyczy zagadnień związanych z nowymi rodzajami elementów optycznych takimi jak kryształy fotoniczne i światłowody fotoniczne. Okazuje się, że przy użyciu odpowiednio zaprojektowanych struktur dielektrycznych możliwe jest wykonanie takich elementów, które prowadzą światło wykorzystując efekt przerwy wzbronionej czyli w inny sposób niż ma to miejsce w urządzeniach klasycznych.

Przedmiotem pracy licencjackiej będzie modelowanie zachowania się fali e-m w ośrodkach dielektrycznych typu kryształy i światłowody fotoniczne przy użyciu gotowego oprogramowania wykorzystującego metodę elementów skończonych (FEM).

Ewentualna kontynuacja pracy na poziomie pracy magisterskiej może polegać na rozwinięciu części numerycznej pracy lub projektowaniu i badaniu rzeczywistych struktur.

4. Modelowanie rozkładu fali elektromagnetycznej w układach metal-dielektryk przy wykorzystaniu metody elementów skończonych.

Opiekun: dr Rafał Kasztelaniec

Temat pracy dotyczy zagadnień związanych z nowymi rodzajami elementów optycznych takimi jak metamateriały. Przy użyciu odpowiednio zaprojektowanych struktur dielektryczno-metalicznych możliwe jest wykonanie elementów optycznych o nowych właściwościach.

Przedmiotem pracy licencjackiej będzie modelowanie zachowania się fali e-m w ośrodkach dielektryczno-metalicznych typu metamateriały przy użyciu gotowego oprogramowania wykorzystującego metodę elementów skończonych (FEM).

Ewentualna kontynuacja pracy na poziomie pracy magisterskiej może polegać na rozwinięciu części numerycznej pracy lub projektowaniu i badaniu rzeczywistych struktur.

5. Analiza sekwencji video pod kątem ruchu.

Opiekun: dr Rafał Kasztelaniec

Temat pracy dotyczy zagadnień związanych z przetwarzaniem obrazów ruchomych. Zagadnienie to ma duże znaczenie przy budowie urządzeń takich jak autonomiczne roboty i pojazdy czy śledzenie celów.

Przedmiotem pracy licencjackiej będzie implementacja i przetestowanie podstawowych algorytmów przetwarzania obrazów służących do analizy ruchomej sceny złożonej z kilku elementów. Realizacja tematu wymaga umiejętności programowania w języku matlab i/lub python.

Ewentualna kontynuacja pracy na poziomie pracy magisterskiej może polegać na rozwinięciu części numerycznej pracy lub budowie rzeczywistego układu analizującego ruchomą scenę.

6. Płaskie supersoczewki warstwowe.

Opiekun: dr Rafał Kotyński

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.

Przedmiotem pracy licencjackiej będzie wykonanie symulacji działania warstwowej soczewki płaskiej przy użyciu gotowego oprogramowania – np. wykorzystującego metodę różnic skończonych (FDTD). 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 albo stanowić rozwinięcie numerycznej pracy licencjackiej.

7. Wykorzystanie układów optyki adaptywnej w diagnozowaniu i korekcji wad wzroku.

Opiekun: dr hab. Marek Kowalczyk, prof. UW

Praca we wstępie powinna się opisywać historię powstania i zasady działania optyki adaptywnej.

W części zasadniczej pracy powinny się znaleźć opisy wykorzystania optyki adaptywnej do:

- poprawy jakości obrazowania dna oka,
- pomiaru aberracji globalnej oka,
- pomiaru topografii rogówki i do
- pomiary funkcji fazowej szkieł okularowych i soczewek kontaktowych.