

Zakład Fizyki Atmosfery

1. Funkcje struktury w atmosferycznych przepływach turbulentnych.

Opiekun: **prof. dr hab. Szymon Malinowski**

Funkcje struktury i autokorelacji to podstawowe narzędzia do analizowania turbulencji. Celem pracy będzie wykorzystanie tych narzędzi do analizy danych o turbulencji atmosferycznej pochodzących z pomiarów z pokładu samolotu oraz/lub pomiarów termooanemometrem ultradźwiękowym prowadzonych w Laboratorium Transferu Radiacyjnego IGF i w niemieckim laboratorium Schneeferenehaus na Zugspitze w Alpach Bawarskich.

2. Strumienie ciepła i pędu w turbulentnej warstwie granicznej atmosfery.

Opiekun: **prof. dr hab. Szymon Malinowski**

Celem pracy będzie obliczenie i przeanalizowanie strumieni ciepła i pędu w turbulentnej warstwie granicznej atmosfery na podstawie pomiarów z pokładu samolotu oraz/lub pomiarów termooanemometrem ultradźwiękowym prowadzonych w Laboratorium Transferu Radiacyjnego IGF i w niemieckim laboratorium Schneeferenehaus na Zugspitze w Alpach Bawarskich.

3. Walidacja całkowitej zawartości pary wodnej w pionowej kolumnie powietrza wyznaczanej z radiometru MFR-7 Shadowband względem pomiarów radiosondażowych.

Opiekun: **dr hab. Krzysztof Markowicz**

Celem pracy jest weryfikacja pomiarów całkowitej zawartości pary wodnej w pionowej kolumnie atmosfery wykonywanej przy użyciu radiometru słonecznego oraz opracowanie metody kalibracyjnej opartej na pomiarach tej wielkości przy użyciu radiosondaży aerologicznych. Metoda wyznaczania zawartości pary wodnej polega na wykorzystaniu jej pasma absorpcji ok. 940 nm i korekcji transmisji atmosferycznej na zawartość aerozoli z pomiarów wykonywanych w długości fali 870 nm.

4. Analiza sytuacji smogowych nad Warszawą.

Opiekun: **dr hab. Krzysztof Markowicz**

Pomimo istotnej redukcji emisji zanieczyszczeń pyłowych, głównie w okresie zimowym, dochodzi do groźnych sytuacji smogowych. Podstawowe przyczyny tego zjawiska to emisja zanieczyszczeń z sektora grzewczego oraz specyficzna sytuacja meteorologiczna. W ramach pracy przewiduje się badanie tego typu zjawisk w rejonie aglomeracji miejskiej Warszawy na podstawie danych pochodzących z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska oraz przyrządów w Laboratorium Transferu Radiacyjnego IGF.

5. Badanie przyczyn zmian klimatu Ziemi przy użyciu prostego modelu klimatu.

Opiekun: **dr hab. Krzysztof Markowicz**

Celem pracy jest przeprowadzenie analizy wpływu czynników naturalnych oraz antropogenicznych na obserwowane zmiany klimatyczne przy wykorzystaniu prostego modelu klimatu. Ograniczymy się do badania zmian czasowych średniej temperatury globu w ostatnich 150 latach związanych z zmianą wymuszania radiacyjnego.

6. Zmienność sezonowa napływów aerozolu pustynnego nad centralną Polskę.

Opiekun: **dr hab. Krzysztof Markowicz**

Tematem pracy jest analiza transportu pyłu pustynnego nad centralną Polskę przy użyciu pomiarów ceilometrem oraz wyników symulacji numerycznych przy użyciu modelu transportu zanieczyszczeń NAAPS oraz modelu trajektorii wstecznych HISPLIT. Ma to na celu określenie zmienności sezonowej tego typu zjawisk jak i zmienności czasowej grubości optycznej aerozoli pustynnych i wysokości występowania warstw aerozoli.

7. **Airborne lidar measurements over ice covered and free water areas in Storefjord, Svalbard.** (preferowana realizacja w języku angielskim, współpraca: dr Chris Ritter, Alfred-Wegener-Institute for Polar and Marine Research, Niemcy)

Opiekun: **dr Iwona Stachlewska**

Odczyty z patrzącego w dół zainstalowanego na samolocie lidar podczas lotu nad oceanem i lodem polarnym różnią się. W pracy chodzi o analizę przyczyny tych różnic: czy związane są one z różnymi nad lądem i wodą własnościami najniższych warstw atmosfery, czy są artefaktem związanym z wysokim albedo powierzchni lodu.

8. **Comparison of aerosol and cloud observations by ceilometer and backscatter lidar Turing experiment at the CESAR Site in Cabauw, The Netherlands.** (preferowana realizacja w języku angielskim, współpraca: dr Dave Donovan, The Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), De Bilt, Holandia)

Opiekun: **dr Iwona Stachlewska**

Celem pracy jest porównanie danych z dwóch instrumentów - lidar Leosphere i ceilometru CHM15K) oraz określenie ich zdolności wyznaczania własności optycznych atmosfery.

Zakład Fizyki Litosfery

1. **Fizyka wybranych procesów tektonicznych i wulkanicznych na Enceladusie** (fizyka/astronomia)

Opiekun: **dr hab. Leszek Czechowski**

Korzystając głównie z Internetu należy omówić fizyczne aspekty procesów geodynamicznych na satelicie Saturna – Enceladusie. Jest to niewielki satelita lodowo-skalny, wykazujący silną aktywność tektoniczną i wulkaniczną. Należy omówić główne tektoniczne procesy, w tym właściwości reologiczne litosfery (lód wodny z zawartością innych związków), deformacje pływowe będące źródłem energii dla satelity, możliwą konwekcję we wnętrzu satelity, mechanizm prowadzący do krio-wulkanizmu (rodzaj gejzerów) oraz mechanizm poziomych ruchów fragmentów litosfery. Porównać to z analogicznymi procesami na Ziemi. Możliwe są dwa warianty pracy w zależności od zainteresowań piszącego; wariant poświęcony głównie tektonice lub krio-wulkanizmowi satelity. Praca przeglądowa, choć możliwe są pewne rozszerzenia o własne obliczenia. Możliwa jest kontynuacja tematu w ewentualnej pracy magisterskiej i doktorskiej. Dla zainteresowanych innymi ciałami niebieskimi możliwe jest odpowiednie dostosowanie tematu. Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

2. **Rzeki na Ziemi, Marsie i Tytanie - porównanie** (fizyka/astronomia)

Opiekun: **dr hab. Leszek Czechowski**

Sondy kosmiczne dostarczyły nam danych świadczących o obecnych rzekach ciekłych węglowodorów na Tytanie oraz o wodnych rzekach płynących w przeszłości na Marsie. Celem pracy jest przegląd podstawowych parametrów rzek na różnych ciałach Układu Słonecznego i ich porównanie. W pracy przewiduje się zapoznanie z numerycznym modelowaniem rzek za pomocą gotowych programów numerycznych lub eksperymenty na basenie sedymencyjnym. Praca daje okazję zapoznania się z równaniami opisującymi zjawisko, zasadami numerycznego modelowania i opracowaniem wyników. Możliwe jest rozszerzenie badań do uzyskania oryginalnych wyników i ich publikacji. Praca wykonywana jest w ramach grupy badawczej (Extraterrestrial Rivers Modeling Group). Możliwe jest też kontynuowanie tematu w pracy magisterskiej i doktorskiej. Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

3. Temat planetologiczny do uzgodnienia (fizyka/geofizyka)

Opiekun: **dr hab. Leszek Czechowski**

Dla osób zainteresowanych konkretnymi procesami powierzchniowymi i wewnętrznymi na planetach grupy ziemskiej (razem z Ziemią i Księżycem) lub na innych stałych ciałach w Układzie Słonecznym możliwy jest temat do uzgodnienia. Dotyczy to takich procesów wewnętrznych jak: konwekcja w stałych płaszczach planet i związane z tym globalne procesy tektoniczne, globalna tektonika na planetach (np. tektonika płyt), deformacje pływowe, wulkanizm. Możliwe jest też badanie procesów zewnętrznych jak ewolucja rzek na planetach lub procesy lodowcowe na Marsie. Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

4. Tektonika płyt w Europie (fizyka)

Opiekun: **dr hab. Leszek Czechowski**

Należy omówić podstawy tektoniki płyt: podział na litosferę oceaniczną i kontynentalną, proces subdukcji i rozrostu dna oceanicznego. Następnie należy omówić współczesne procesy tektoniczne w Europie i jej otoczeniu (wypiętrzanie Alp, Karpat, podział tektoniczny na płyty, ruch płyt względem siebie). Praca przeglądowa w oparciu o wybrane opracowania i literaturę fachową. Możliwa jest kontynuacja tematu w ewentualnej pracy magisterskiej z publikacją oryginalnych wyników. Dla zainteresowanych innym, szczególnym rejonem Ziemi, możliwe jest dostosowanie tematu. Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych i popularnych.

5. Granica litosfera – astenosfera (LAB) w płaszczu Ziemi

Opiekun: **prof. Marek Grad**

Fakty i poglądy na granicę litosfera – astenosfera. Charakterystyka „sztywnej” litosfery i „miękkiej” astenosfery. Przegląd danych sejsmicznych (prędkości fal P i S, fale powierzchniowe, tłumienie, anizotropia); LAB elastyczny, termiczny, magnetotelluryczny. LAB pod oceanami i kontynentami. Problem występowania astenosfery pod starymi kratonami.

Wymagania: angielski, literatura zagraniczna, materiały z dobrych źródeł internetowych.

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

Opiekun: **prof. Marek Grad**

Zmiany pola magnetycznego Ziemi: deklinacja, inklinacja, moment magnetyczny, dryft pola magnetycznego. Odwracanie polarności pola magnetycznego i zapis tych zmian w postaci liniowych anomalii magnetycznych skorupy oceanicznej. Tabela magnetostratygraficzna i epoki magnetyczne.

Wymagania: angielski, literatura krajowa i zagraniczna, materiały z dobrych źródeł internetowych.

7. Temat do uzgodnienia

Opiekun: **prof. Marek Grad**

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

Wymagania: angielski?, literatura krajowa i zagraniczna? – do ustalenia.

8. Jądra komet, właściwości płaszcza pyłowego (fizyka/astronomia)

Opiekun: **dr hab. Konrad J. Kossacki**

Praca polega na sporządzeniu przeglądu obserwacji i poglądów dotyczących gęstości i przewodnictwa cieplnego warstwy pyłu pokrywającego jądra komet. Wymagania: Znajomość języka angielskiego. Materiały: artykuły w specjalistycznych czasopismach zagranicznych

9. Jądra komet, kształt i topografia (fizyka/astronomia)

Opiekun: **dr hab. Konrad J. Kossacki**

Praca polega na zestawieniu obserwacji dotyczących kształtu i topografii jąder komet. Wymagania: Znajomość języka angielskiego Materiały: Artykuły w specjalistycznych czasopismach zagranicznych

10. Analiza oceny jakości wybranych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 (fizyka)

Opiekun: **dr Monika Wilde-Piórko** Praca na 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.

11. Wyznaczenie orientacji składowych wybranych szerokopasmowych stacji sejsmicznych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 na podstawie polaryzacji fal Rayleigha (fizyka)

Opiekun: **dr Monika Wilde-Piórko** Praca 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.

12. Wyznaczenie rozkładu residuów czasów przyścia fal sejsmicznych na obszarze Europy Centralnej na podstawie danych eksperymentu PASSEQ 2006-2008 (fizyka)

Opiekun: **dr Monika Wilde-Piórko** Na podstawie kilku wybranych dalekich trzęsień ziemi zarejestrowanych przez stacje sejsmiczne międzynarodowego pasywnego eksperymentu sejsmicznego PASSEQ 2006-2008 należy wyznaczyć residua czasów przyścia fal sejsmicznych dalekich trzęsień ziemi w stosunku do referencyjnego modelu (np., *iasp91*, *ak135*). Wynikiem opracowania będzie mapa residuów na obszarze Europy Centralnej w strefie Szwu-Transueuropejskiego, 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

1. Metamateriałowe absorbery promieniowania elektromagnetycznego (praca o charakterze literaturowo-numerycznym, z możliwym rozwinięciem eksperymentalnym)

Opiekun: **dr hab. Rafał Kotyński**

Absorbery promieniowania różnego rodzaju wykorzystywane są do podwyższenia wydajności ogniw słonecznych, do modyfikacji echa radarowego, czy numerycznie do ograniczenia otwartego obszaru symulacji elektromagnetycznych.

Celem pracy jest przeprowadzenie symulacji działania cienkich absorberów promieniowania THz wykorzystujących rezonatory SRR/ERR i być może przeprowadzenie pomiarów z ich użyciem. Ponadto zbadanie własności absorberów cienkowarstwowych aproksymujących materiał PML używany w symulacjach elektromagnetycznych do ograniczenia otwartego obszaru symulacji.

2. Modelowanie propagacji światła w nanostrukturach fotonicznych metodą elementów skończonych (praca o charakterze numerycznym przy użyciu wybranego wolnodostępnego pakietu numerycznego opartego na metodzie elementów skończonych - FEM).

Opiekun: **dr hab. Rafał Kotyński**

Celem pracy jest zapoznanie się z metodą elementów skończonych, dokonanie krótkiego przeglądu wolnodostępnego oprogramowania umożliwiającego jej wykorzystanie do modelowania działania układów fotonicznych i przeprowadzenie przykładowych symulacji np. propagacji światła

wkryształach fonicznych, w metamateriale warstwowym lub w złożonym warstwowym elemencie dyfrakcyjnym. W przypadku sprawnego wykonania tego zadania i dobrego opanowania metody, dalsze symulacje będą wykonywane w ramach prowadzonych w ZOI prac badawczych.

3. Modelowanie propagacji światła przez złożone przewodzące siatki podfalone i dwuwymiarowe kryształy foniczne (praca o charakterze numerycznym, polegająca na zbadaniu właściwości różnych warstwowych metaliczno-dielektrycznych siatek dyfrakcyjnych przy wykorzystaniu gotowego programu w Matlabie.)

Opiekun: **dr hab. Rafał Kotyński**

Celem pracy jest zapoznanie się z właściwościami metalicznych siatek dyfrakcyjnych o okresie mniejszym niż, bądź tego samego rzędu co, długość fali. W szczególności będą to intensywnie badane siatki złożone z szeregu warstw o różnym okresie podstawowym, wykazujące niesymetryczne własności transmisyjne – różne w zależności od strony, z której oświetlana jest siatka. Do obliczania wydajności wzbudzania poszczególnych rzędów ugięcia oraz rzędów ewanescentnych siatki wykorzystuje się metodę macierzową RCWA (rigorous coupled wave analysis), w pewnych wariantach dostępną jako oprogramowanie wolnodostępne, jak również zaimplementowaną w Matlabie w ZOI. Przy użyciu metody RCWA można również badać własności dwuwymiarowych kryształów fonicznych i możliwe jest rozwinięcie pracy w tym kierunku. W przypadku dobrego opanowania metody RCWA, dalsze symulacje będą wykonywane w ramach prowadzonych w ZOI prac badawczych

4. Plazmonika czyli optyka nanostruktur metalicznych. (Przegląd literatury)

Opiekun: **prof. dr hab. Tomasz Szoplik**

W elektronice sygnał jest przesyłany elektronami. Transport informacji cyfrowej napotyka na ograniczenia wynikające z częstości sygnału i odległości, na które sygnał przesyłamy. W plazmonice sygnał jest przesyłany w postaci powierzchniowej fali plazmonowo- polarytonowej, która propaguje się po powierzchni granicznej dielektryka i metalu szlachetnego. Plazmonowa fala powierzchniowa w metalu (czyli kolektywne wzbudzenia elektronów) jest sprzężona z powierzchniową falą polarytonową w dielektryku (czyli falą zanikającą w kierunku prostopadłym do powierzchni). Powierzchniowej fali plazmonowo- polarytonowej przypisujemy dwoistą naturę: ładunku powierzchniowego i fali elektromagnetycznej. Plazmon powierzchniowy wnika w metal na głębokość naskórkową (skin depth), która w Ag, Au, Cu w zakresie częstości optycznych wynosi około 15nm. Zasięg plazmonów zależy od strat w metalu i może sięgać setek mikrometrów. Fala polarytonowa zachowuje się jak fala zanikająca, czyli jej zasięg jest mały, rzędu długości fali. Obecny rozwój plazmoniki wynika z osiągniętych niedawno możliwości wytwarzania struktur o rozmiarach nanometrowych i nowych metod charakteryzacji za pomocą wysoko rozdzielczych mikroskopów skanujących powierzchnie próbek bardzo cienkimi sondami. Informacja o morfologii powierzchni jest uzyskiwana przez wykorzystanie sił Van der Waalsa (atomic force microscope), prądu tunelowania między próbką i sondą (scanning tunneling microscope), albo optycznych fal zanikających w bliskim polu dyfrakcyjnym próbki (scanning near-field optical microscope). Wymienione trzy typy mikroskopów skanujących zapewniają zdolność rozdzielczą od nanometra do kilku dziesiątek nanometrów, czyli od setnej do dziesiątej części długości fali świetlnej.

5. Skanujące mikroskopy: sił atomowych i tunelowy. (Przegląd literatury z możliwością małej pracy doświadczałnej)

Opiekun: **prof. dr hab. Tomasz Szoplik**

W Zakładzie Optyki Informacyjnej prowadzone są badania nad wytwarzaniem zlokalizowanych, powierzchniowych fal plazmonowo-polarytonowych. Plazmon-polaryton pojawia się na powierzchni granicznej metalu i dielektryka dzięki absorpcji propagującej się fali świetlnej. Zlokalizowany plazmon-polaryton pułapkuje światło, tzn. zatrzymuje energię propagującą się falą aż do momentu, gdy plazmon wytraci swoją energię na straty ohmowe a (sprzężony z plazmonem) polaryton wytraci swoją energię na rozproszenie. Zlokalizowany plazmon jest wzbudzeniem

elektronów przewodnictwa w otoczeniu nanostruktury sprzężonym z falą elektromagnetyczną. Ważne zastosowanie zlokalizowanych plazmonów-polarytonów wynika z lokalnego wzmocnienia pola elektrycznego, które w graniczącym z metalem półprzewodniku może prowadzić do generacji elektron-dziura. Mikroskopy AFM i STM mierzą tylko morfologię powierzchni granicznej metalu i dielektryka.

6. Zastosowanie układów optyki adaptatywnej w koherencyjnej tomografii optycznej (OCT) oka (*optyka okularowa i optometria*).

Opiekun: **dr hab. Marek Kowalczyk-Hernandez**

Zastosowanie układów optyki adaptatywnej (AO) istotnie poprawiło jakość zobrazowań wewnętrznych struktur oka otrzymywanych w tomografach OCT dzięki skorygowaniu w czasie rzeczywistym własnych aberracji falowych oka.

Praca przeglądowa na podstawie literatury będzie poświęcona opisowi działania i charakterystykom dwóch klas przyrządów wykorzystujących układy AO: oftalmoskopu OCT i spektralnego tomografu OCT.

7. Głębina ostrości oka ludzkiego (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **dr hab. Marek Kowalczyk-Hernandez**

8. Perymetria kinetyczna (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **dr Jacek Pniewski**

Praca będzie zawierać pojęcia niezbędne do zrozumienia i przeprowadzenia badania pola widzenia metodą kinetyczną z użyciem perymetru. Planowane jest wykonanie badania wraz z interpretacją w zakresie optometrii.

9. Optometry: budowa i zasada działania (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **dr Jacek Pniewski**

Praca ma za zadanie przedstawienie budowy i zasady działania optometrów, m.in. Badala, barwnego, Majera, koincydencyjnego, które stały się podstawą konstrukcji niektórych autorefraktometrów.

10. Metody badania ostrości wzroku w ujęciu praktycznym (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **dr n. med. Anna Ambroziak**

W pracy opisane będą różne metody badania ostrości wzroku, różne tablice testowe oraz ich dostosowywanie do konkretnego pacjenta i interpretowanie wyników.

Badanie ostrości wzroku będzie przedstawione nie jako punkt wyjścia do innych procedur, ale jako bardzo ważny test, który poprawnie przeprowadzony może dać wiele informacji o funkcjonowaniu układu wzrokowego pacjenta.

11. Cechy biometryczne – identyfikacja i weryfikacja (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow**

Praca ma charakter referatowy. Jest oparta na danych z dostępnej literatury. Powinna między innymi zawierać: przegląd najważniejszych cech biometrycznych człowieka wykorzystywanych do identyfikacji i weryfikacji; opis stosowanych metod i problemy w trakcie realizacji; konkretne przykłady istniejących zastosowań.

12. Dyfrakcyjne elementy optyczne (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: **prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow**

Praca ma charakter referatowy. Jest oparta na danych z dostępnej literatury. Powinna między innymi zawierać: podstawy teoretyczne tworzenia dyfrakcyjnych elementów optycznych; metody i techniki otrzymywania; przykłady konkretnych elementów i ich zastosowanie.

13. Optyka cienkich warstw (*optyka okularowa i optometria*)

Opiekun: prof. **dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow**

Praca ma charakter referatowy. Jest oparta na danych z dostępnej literatury. Powinna między innymi zawierać: podstawy fizyki cienkich warstw; zjawiska optyczne w cienkich warstwach; tworzenie i wykorzystywanie cienkich warstw – przykłady.