

**Pracownia geofizyczna I/II, rok akad. 2016/2017**  
**Tematy i opisy ćwiczeń (03.10.2016r.)**

### **Ćwiczenie 1**

#### **Numeryczne modelowanie konwekcji w płaszczu ze zmienną lepkością w dwóch wymiarach**

Konwekcja w płaszczu Ziemi to podstawowy wielkoskalowy proces dynamiczny określający aktywność tektoniczną i wulkaniczną Ziemi. Numeryczne modelowanie jej to ważna metoda badań tej konwekcji. W ramach ćwiczenia należy za pomocą gotowego programu numerycznego dokonać: zapoznania się z programem, uruchomienia programu w środowisku Windows lub Linux, przeprowadzenia kilku modelowań z różnymi parametrami lepkości w celu poznania zachowania się konwekcji oraz graficznej wizualizacji wyników.

**Prowadzący:** dr hab. Leszek Czechowski (lczecho@op.pl)

### **Ćwiczenie 25**

#### **Numeryczne modelowanie ewolucji rzeki**

Rzeki stanowią istotny czynnik ewolucji powierzchni Ziemi. W ramach ćwiczenia należy zbadać ewolucję niewielkiej rzeki o zadanych parametrach i zbadać kryteria, jakie decydują o typie rzeki (jednokorytowa, wielokorytowa, meandrująca, roztokowa). W czasie ćwiczenia student korzysta z gotowego programu numerycznego, który jest szeroko stosowany w zagadnieniach hydrologicznych.

**Prowadzący:** dr hab. Leszek Czechowski (lczecho@op.pl)

### **Ćwiczenie 2**

Wyznaczenie lokalizacji trzęsienia ziemi

Na podstawie kilkunastu sejsmogramów należy wyznaczyć czas i miejsce trzęsienia ziemi. Będzie to przypadek „bliskiego” trzęsienia ziemi pozwalający na pewne uproszczenia. W ramach wprowadzenia do ćwiczenia przedstawione zostaną podstawy rozchodzenia się fal sejsmicznych podłużnych P i poprzecznych S, oraz metoda sfer Wadati służąca wyznaczeniu momentu trzęsienia i jego lokalizacji. Zadanie będzie polegało na identyfikacji fal P i S na sejsmogramach, wyznaczeniu ich czasów wstąpień, określeniu czasu  $t_0$ , oraz wyznaczeniu miejsca trzęsienia dla znanej geometrii położenia stacji sejsmicznych. Wariant podstawowy będzie oparty na danych syntetycznych („bezbłędnych”) dający możliwość weryfikacji uzyskanego wyniku ze znanym położeniem źródła (znanym układającemu ćwiczenie). Wariant rozszerzony będzie oparty na faktycznych danych katalogowych zarejestrowanego trzęsienia ziemi. W tym przypadku porównanie nastąpi z wynikiem katalogowym, uzyskanym w wyniku rutynowych opracowań przez służby sejsmologiczne. W obu wariantach inwencji osoby wykonującej ćwiczenie pozostawiona zostanie analiza błędów wyznaczenia czasu trzęsienia, epicentrum i głębokości ogniska.

**Prowadzący:** prof. Marek Grad (mgrad@mimuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 3**

Modelowanie sejsmicznej struktury skorupy ziemskiej

Zadanie będzie polegało na określeniu trzech modeli skorupy ziemskiej: dla obszaru oceanicznego, oraz kontynentalnych obszarów platformowych i tarczowych. W ramach wprowadzenia do ćwiczenia przedstawione zostaną podstawy propagacji fal sprężystych w ośrodkach wielowarstwowych oraz prosty program służący obliczaniu hodografów w ośrodku 1D (program HOD ze wspomaganiami graficznym PLOT). Materiałem do modelowania będą sekcje sejsmiczne (kolekcje sejsmogramów) uzyskane w eksperymentach sejsmicznych. Zadanie będzie polegało na wyznaczeniu kolejnych fal na tych sekcjach, a następnie na dopasowaniu trzech modeli rozkładu prędkości fal podłużnych dla sekcji sejsmicznych z Oceanu Atlantyckiego, SW Polski i Tarczy Bałtyckiej. Podsumowaniem zadania będzie porównanie modeli i skomentowanie różnic w budowie skorupy ziemskiej tych trzech różnych obszarów tektonicznych.

**Prowadzący:** prof. Marek Grad (mgrad@mimuw.edu.pl)

#### **Ćwiczenie 4**

**Wyznaczanie przewodnictwa cieplnego piasku technologią sondy liniowej** (*ćwiczenie łatwiejsze*)

Ćwiczenie polega na wykonaniu pomiarów przewodnictwa cieplnego piasku bez pobierania próbki badanego materiału. Pomiar ma zostać wykonany technologią sondy liniowej. Jest ona stosowana w praktyce w sytuacjach, kiedy pobranie próbki materiału jest niecelowe, lub technicznie niemożliwe. Przykładem zastosowania metody jest pomiar przewodnictwa cieplnego jądra komety Churyumov-Gerasimenko – misja Rosetta, eksperyment MUPUS.

**Prowadzący:** dr hab. Konrad Kossacki (kjkossac@igf.fuw.edu.pl)

#### **Ćwiczenie 5**

**Wyznaczanie przewodnictwa cieplnego śniegu lub ziarnistego lodu technologią sondy liniowej** (*ćwiczenie trudniejsze*)

Ćwiczenie polega na wykonaniu pomiarów przewodnictwa cieplnego śniegu lub ziarnistego lodu bez pobierania próbki badanego materiału. Pomiar ma zostać wykonany technologią sondy liniowej. Jest ona stosowana w praktyce w sytuacjach, kiedy pobranie próbki materiału jest niecelowe, lub technicznie niemożliwe. Przykładem zastosowania metody jest pomiar przewodnictwa cieplnego jądra komety Churyumov-Gerasimenko – misja Rosetta, eksperyment MUPUS.

**Prowadzący:** dr hab. Konrad Kossacki (kjkossac@igf.fuw.edu.pl)

#### **Ćwiczenie 6**

**Wyznaczanie długości Obuchowa na podstawie pomiarów anemometrem ultradźwiękowym**

Anemometr ultradźwiękowy zainstalowany na platformie pomiarowej IGF UW rejestruje trzy składowe prędkości przepływu powietrza oraz temperaturę wirtualną z częstością do 32 pomiarów na sekundę. Pozwala to na obliczenie turbulencyjnych strumieni pędu i ciepła w warstwie granicznej atmosfery metodą kowariancji wirów. Wielkości te z kolei pozwalają określić stabilność dynamiczną w warstwie, którą zwyczajowo wyraża się za pomocą tzw. długości Obuchowa, Zadaniem studenta będzie wykonanie analizy zmienności długości Obuchowa w okresie jednej doby.

**Prowadzący:** prof. Szymon Malinowski (malina@igf.fuw.edu.pl)

#### **Ćwiczenie 7**

**Wyznaczanie dyssypacji energii kinetycznej turbulencji na podstawie pomiaru turbulencyjnych fluktuacji prędkości**

Pomiary turbulencyjnych fluktuacji prędkości powietrza (pochodzące np. z anemometru ultradźwiękowego lub pomiarów lotniczych) posłużą do określenia widma mocy oraz funkcji struktury tych fluktuacji. Pozwala to, przy wykorzystaniu teorii Kołmogorowa, na określenie wartości dyssypacji energii kinetycznej turbulencji, co będzie zadaniem studenta.

**Prowadzący:** prof. Szymon Malinowski (malina@igf.fuw.edu.pl)

#### **Ćwiczenie 8**

**Kalibracja Langley'a radiometrów MFR-7 oraz wyznaczenie grubości optycznej aerozolu**

Celem ćwiczenia jest wykonanie kalibracji Langley'a przyrządu Multifilter Rotating Shadowband Radiometer i zastosowanie jej do wyznaczenia grubości optycznej aerozolu. Przeprowadzenie kalibracji przyrządu wymaga wybrania odpowiedniego dnia pomiarowego z bazy danych, wykonanie korekcji azymutalnej oraz przeprowadzenie regresji liniowej sygnałów. Uzyskanie w jej wyniku stałe należy wykorzystać do wyznaczenia grubości optycznej aerozolu oraz współczynnika Ångströma.

**Prowadzący:** dr Krzysztof Markowicz (kmark@igf.fuw.edu.pl)

## **Ćwiczenie 9**

### **Wyznaczanie własności optycznych aerozolu na podstawie synergii pomiarów wykonanych aethelometrem i nephelometrem polarnym**

Aethalometr i nephelometr polarny służą odpowiednio do pomiarów współczynnika absorpcji i rozpraszania na aerozolu. W obu przypadkach, ze względu na metodykę pomiarów, wyznaczenie tych wielkości wymaga stosowania szeregu korekcji. W ramach ćwiczenia przewiduje się ich wykonanie w celu wyznaczenia albedo pojedynczego rozpraszania.

**Prowadzący:** dr Krzysztof Markowicz (kmark@igf.fuw.edu.pl)

## **Ćwiczenie 10**

### **Wyznaczanie składowych bilansu radiacyjnego i bilansu energii**

Ćwiczenie polega na wykorzystaniu pomiarów strumieni promieniowania słonecznego oraz długofalowego przy użyciu pyranometrów, pyrhelimetru i pyrgeometru do wyznaczenia składowych bilansu radiacyjnego. Dodatkowo, strumień ciepła odczuwalnego wnoszący wkład do bilansu energii będzie wyznaczany przy użyciu anemometru ultradźwiękowego.

**Prowadzący:** dr Krzysztof Markowicz (kmark@igf.fuw.edu.pl)

## **Ćwiczenie 11**

### **Wyznaczenie rozkładu wielkości aerozolu na podstawie pomiarów spektralnych grubości optycznej**

Na podstawie pomiarów grubości optycznej aerozolu zmierzonych przy użyciu fotometru słonecznego Microtops wyznaczamy rozkład wielkości aerozolu. Rozkład wielkości aerozolu będzie przybliżany przez dwa rozkłady log-normalne w oparciu o minimalizację funkcji kosztu. Podczas minimalizacji wyznaczane są 2 lub 4 parametry opisujące rozkład wielkości.

**Prowadzący:** dr Krzysztof Markowicz (kmark@igf.fuw.edu.pl)

## **Ćwiczenie 12**

### **Wyznaczanie szerokopasmowej grubości optycznej aerozolu na podstawie pomiarów pyrhelimetrem**

Pyrhelimetr jest przyrządem służącym do pomiarów bezpośredniego promieniowania słonecznego w zakresie od ultrafioletu po bliską podczerwień. Wyznaczenie grubości optycznej aerozolu w tym zakresie wymaga wyznaczenia wpływu pary wodnej oraz ozonu na bezpośrednie promieniowanie dochodzące do powierzchni ziemi przy użyciu modelu transferu promieniowania w atmosferze.

**Prowadzący:** dr hab. Krzysztof Markowicz (kmark@igf.fuw.edu.pl)

## **Ćwiczenie 13**

### **Wyznaczanie wymuszania radiacyjnego przy użyciu modelu transferu promieniowania i pomiarów strumienia promieniowania całkowitego.**

Celem ćwiczenia jest oszacowanie wymuszania radiacyjnego aerozolu z pomiarów całkowitego promieniowania słonecznego oraz wyników symulacji numerycznych promieniowania słonecznego w warunkach atmosfery pozbawionej aerozolu.

**Prowadzący:** dr hab. Krzysztof Markowicz (kmark@igf.fuw.edu.pl)

## **Ćwiczenie 16**

### **Mikrofizyczne własności chmur**

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z podstawowymi własnościami mikrofizycznymi chmur (koncentracja i rozmiary kropel chmurowych), ich zmiennością w przestrzeni oraz zależnością od typu chmury. Ćwiczenie będzie polegało na analizie danych pomiarowych pochodzących z eksperymentów ACE2 (Second Aerosol Characterization Experiment, Wyspy Kanaryjskie) i RICO (Rain in Cumulus over the Ocean; Karaiby, 2004-2005) prowadzonych odpowiednio w chmurach

typu Stratocumulus oraz Cumulus. Realizacja tego ćwiczenia pozwoli skutecznie zapoznać się z podstawowymi (i bardziej zaawansowanymi) parametrami charakteryzującymi chmury, zrozumieć i zapamiętać jakie są najważniejsze procesy rządzące chmurami.

**Prowadzący:** prof. dr hab. Hanna Pawłowska (hanna.pawlowska@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 17**

#### **Wyznaczanie profili własności optycznych atmosfery z pomiarów lidarem ADR.**

Celem ćwiczenia jest odzyskanie profili własności optycznych atmosfery z sygnałów lidaru ADR. Student wykorzysta do tego celu dostępne pomiary lidarowe i radiosondarze meteorologiczne. Napisze program numeryczny do odzyskiwania profili współczynników ekstynkcji i rozproszenia wstecznego w atmosferze oraz oszacuje błędy pomiarowe metod.

**Prowadzący:** dr Iwona Stachlewska (iwona.stachlewska@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 18**

#### **Wyznaczanie profili depolaryzacji atmosfery z pomiarów lidarem ADR**

Celem ćwiczenia jest odzyskanie profili depolaryzacji atmosfery z sygnałów lidaru ADR. Student wykorzysta do tego celu dostępne pomiary lidarowe oraz kalibrację mechaniczną. Napisze program numeryczny do odzyskiwania profili depolaryzacji promieniowania w atmosferze dla VIS i UV fali oraz oszacuje błędy pomiarowe metody.

**Prowadzący:** dr Iwona Stachlewska (iwona.stachlewska@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 19**

#### **Eksperymenty z numeryczną adwekcją w jednym wymiarze przy użyciu biblioteki libmpdata++**

Numeryczne rozwiązania równania adwekcji charakteryzują się błędem który zależy od użytego algorytmu oraz kształtu transportowanego sygnału. W ramach ćwiczenia należy wykorzystać bibliotekę C++ libmpdata++ implementującą schemat MPDATA do rozwiązania jednowymiarowego równania adwekcji. Dla zadanego warunku początkowego składającego się z sygnałów o różnym kształcie bada się zależność wyniku od różnych wariantów algorytmu. Celem jest dyskusja i wizualizacja zaobserwowanych rodzajów błędu.

**Prowadzący:** mgr Maciej Waruszewski (mwarusz@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 20**

#### **Porównanie różnych algorytmów obliczania końcowej prędkości osiadania grawitacyjnego kropelek chmurowych**

Obliczanie prędkości osiadania kropelek chmurowych jest niezbędne w modelach chmur uwzględniających koalescencyjny wzrost kropelek. Prędkości te zależą zarówno od geometrycznych rozmiarów kropli jak i od warunków atmosferycznych. Celem ćwiczenia jest porównanie wybranych przybliżonych wzorów opisujących tę zależność z danymi doświadczalnymi.

**Prowadzący:** mgr Maciej Waruszewski (mwarusz@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 21**

#### **Pomiary pozycji GPS przy pomocy geodezyjnego odbiornika bazowego CHC X20-B**

Ćwiczenie polega na wykonaniu pomiaru pozycji wybranego punktu przy pomocy geodezyjnego odbiornika bazowego CHC X20-B, a następnie wykonaniu post-processingu zarejestrowanych danych, w celu otrzymania dokładności poziomej pozycji rzędu milimetrów.

**Prowadzący:** dr Monika Wilde-Piórko (mwilde@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 22**

#### **Pomiary pola magnetycznego przy pomocy polowego magnetometru protonowego**

Ćwiczenie polega na wykonaniu pomiaru pola magnetycznego fragmentu obszaru o wymiarach minimum 50x50m przy pomocy polowego magnetometru protonowego, a następnie po

zastosowaniu poprawek różnicowych pomiarów pozycji GPS, wyrysowaniu map anomalii magnetycznych badanego obszaru i ich interpretacji jakościowej.

**Prowadzący:** dr Monika Wilde-Piórko (mwilde@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 23**

#### **Wyznaczenie rozkładu residuów czasów przyścia fal sejsmicznych**

Ćwiczenie polega na wyznaczeniu residuów czasów przyścia bezpośrednich fal sejsmicznych: podłużnych (P) i poprzecznych (S) dalekiego trzęsienia ziemi zarejestrowanego przez stacje sejsmiczne międzynarodowego pasywnego eksperymentu sejsmicznego PASSEQ 2006-2008 w stosunku do referencyjnego modelu *iasp91*. Wynik należy przedstawić w postaci mapy residuów oraz skomentować.

**Prowadzący:** dr Monika Wilde-Piórko (mwilde@igf.fuw.edu.pl)

### **Ćwiczenie 24**

#### **Wyznaczenie współczynnika dobroci Q w warstwach przypowierzchniowych gruntu**

Ćwiczenie polega na wykonaniu pomiaru drgań gruntu wywołanych uderzeniem młota za pomocą stacji sejsmicznych rozstawionych wzdłuż linii prostej (profilu), a następnie na wyznaczeniu z zarejestrowanych sejsmogramów współczynnika dobroci Q fal sejsmicznych w warstwach przypowierzchniowych gruntu na badanym obszarze.

**Prowadzący:** dr Monika Wilde-Piórko (mwilde@igf.fuw.edu.pl)