



Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, tel./fax +48 22 234 6003 (6002), www.csz.pw.edu.pl



Uczelniana Oferta Studiów Zaawansowanych

SYLABUS 2013/2014

Nazwa przedmiotu	Modelowanie numeryczne w fizyce atmosfery (MNFA)
Liczba punktów ECTS <i>Punkty winny być przyporządkowane wszystkim przedmiotom, które kończą się ewaluacją, zgodnie z zasadą, że nakład pracy przeciętnego studenta przypadający na rok akademicki odpowiada 60 punktom ECTS, również w przypadku, gdy przedmioty pogrupowane są w moduły, lub większe „bloki”. Punkty powinny uwzględniać także czas studenta poświęcony na wykonanie takich zadań obowiązujących w ramach zajęć z danego przedmiotu jak prace semestralne/roczne/dyplomowe, dysertacje, projekty/ćwiczenia realizowane w laboratorium, prace terenowe itp.</i>	Proponowana liczba punktów: 3 ECTS, zatwierdza dziekan danego wydziału

Osoby prowadzące	Tytuł naukowy	Imię i nazwisko	Katedra / Instytut/ Centrum/ Inne
	Prof. nzw. dr hab. inż.	Lech Łobocki	Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska
Osoba odpowiedzialna za przedmiot	Prof. nzw. dr hab. inż.	Lech Łobocki	Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska

Semestr studiów	
Typ przedmiotu (możliwości wyboru) obowiązkowy O fakultatywny F	F
Wymagania wstępne Zakres wiadomości / kompetencji / umiejętności, jakie powinien już posiadać student przed rozpoczęciem nauki przedmiotu, a także specyfikacja innych przedmiotów lub programów, które należy zaliczyć wcześniej. Uwaga: maksymalna objętość tekstu to 1/2 standardowej strony A4	Mechanika płynów – zakres podstawowy Matematyka: analiza, rachunek różniczkowy i całkowy, rachunek wektorowy, liczby zespolone, analiza fourierowska, algebra liniowa, równania różniczkowe Umiejętności: posługiwanie się w/w wiedzą w stopniu umożliwiającym śledzenie rachunków, wyprowadzeń i dowodów Samodzielne wykonanie przykładów obliczeniowych (ponadobowiązkowe) związanych z tematyką wykładu wymaga znajomości imperatywnego języka programowania (np. Fortran, C, IDL)
Poziom przedmiotu	Z

Podstawowy P Średniozaawansowany Ś Zaawansowany Z	
Charakter zajęć , liczba godzin w semestrze, liczba godzin w tygodniu. 1) podać rodzaj prowadzonych zajęć dla danego przedmiotu: wykłady (W); ćwiczenia (Ć); laboratorium (L); projekt (P) 2) podać liczbę godzin w tygodniu np. W - 2; Ć - 2; L - 3; P - 0 3) podać liczbę godzin w semestrze np. W - 30; Ć - 30; L - 45; P - 0	<i>Wykład, łącznie 30 godz. w semestrze, 2 godz. tygodniowo</i>
Sugerowana liczba godzin pracy własnej	<i>45 godzin obejmuje : 30 godzin przygotowywanie się słuchacza do wykładów, 15 – przygotowywanie się słuchacza do egzaminu.</i>
Całkowita liczba godzin:	<i>75 godzin</i>
Aspekty międzynarodowe (jeśli są)	<i>Literatura źródłowa w znakomitej większości w językach obcych, głównie angielskim</i>
Język wykładowy	polski
Cel przedmiotu Opis zakładanych kompetencji i umiejętności, jakie student nabywa w wyniku zaliczenia przedmiotu. Uwaga: maksymalna objętość tekstu to 3 linie standardowej strony A4	Głównym celem przedmiotu jest zrozumienie zasad stosowania modeli numerycznych w hydrodynamice, ze szczególnym naciskiem na wykorzystanie wiedzy o dynamice systemu przy doborze architektury modelu, przybliżeń filtrujących i linearyzacji stosownie do skal występujących w zagadnieniu. Jakkolwiek przedmiot bezpośrednio odnosi się do dynamiki atmosfery ziemskiej, sposób ujęcia i stosowane metody mogą znajdować zastosowanie w innych działach hydrodynamiki obliczeniowej.
Treść przedmiotu	
<p>Wprowadzenie w problematykę modelowania komputerowego. Identyfikacja modelowanych procesów i skal, idealizacja przebiegu zjawisk fizycznych, uproszczenia, przybliżenia, parametryzacja i agregacja parametrów. Model matematyczny, metody numeryczne, implementacja komputerowa. Modele meteorologiczne w zastosowaniach operacyjnych i badawczych.</p> <p>Ogólne informacje o metodach całkowania numerycznego równań różniczkowych cząstkowych na przykładzie równania adwekcji. Podstawy konstrukcji schematów numerycznych i ich własności. Liniowa analiza stabilności schematów różnicowych; ograniczenia nakładane przez schemat i charakterystykę problemu. Błędy schematów różnicowych: zniekształcenia amplitudy i fazy zaburzeń harmonicznym, fałszywe mody obliczeniowe, odbicia, rezonans. Monotoniczność i konserwatywność schematów numerycznych. Zaburzenia nieliniowe, fałszywe częstotliwości (aliasing). Twierdzenie Fjortofta, zachowanie enstrofii w całkowaniu numerycznym. Dobór schematów i parametrów całkowania. Warunki brzegowe i techniki redukcji błędów związanych z odbiciami fal na brzegach obszaru. Siatki przestawne (staggered grids). Ogólne informacje o innych metodach numerycznych - metody elementu skończonego, metody spektralne.</p> <p>Formułowanie modeli meteorologicznych. Układ równań zachowania, liniowa analiza zaburzeń, mody stabilne, problem filtracji fal. Skale zjawisk meteorologicznych i typowe</p>	

przybliżenia: hydrostatyczne, płytkich ruchów atmosferycznych (płytkie Boussinesqa) i głębokiej konwekcji (anelastyczne).

Wczesne idee modelowe, początki numerycznych prognoz meteorologicznych. Próba Richardsona. Model ekwiwalentno-barotropowy, modele częściowo zlinearyzowane. Elementy teorii płytkiej wody, wirowość potencjalna, powierzchniowe fale grawitacyjne, fale grawitacyjno-inercyjne, adaptacja geostroficzna.

Modele numeryczne oparte na rozwiązywaniu układu równań pierwotnych. Modele hydrostatyczne ze współrzędną ciśnieniową.

Problem uwzględnienia rzeźby terenu w modelowaniu meteorologicznym. Formułowanie dolnego warunku brzegowego w równaniach dynamiki atmosfery, transformacja układu współrzędnych. Ważniejsze układy współrzędnych stosowane w meteorologii.

Przypomnienie podstaw rachunku wektorowego w krzywoliniowych układach współrzędnych. Przekształcanie równań dynamiki atmosfery do układów krzywoliniowych. Przekształcenia konforemne, układy ortogonalne krzywoliniowe, projekcje kartograficzne. Transformacje współrzędnej pionowej. Układ równań modelowych w typowych układach współrzędnych.

Modele niehydrostatyczne. Przybliżenie nieelastyczne, równanie diagnostyczne. Uwagi n/t numerycznego całkowania równań eliptycznych. Budowa wybranych modeli.

Spis zalecanych lektur

LP.	Autor, Tytuł, Wydawnictwo,
1.	Coiffier J., 2011: <i>Fundamentals of Numerical Weather Prediction</i> . Cambridge Univ. Press
2.	Kalnay E., 2002: <i>Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability</i> . Cambridge Univ. Press
3.	Pedlosky J., 2003: <i>Waves in the Ocean and Atmosphere. Introduction to Wave Dynamics</i> . Springer,
4.	Pielke R. A., 2002. Mesoscale meteorological modeling (2-nd ed.) , Acad. Press, Orlando, Fla
5.	Nappo C.J., 2002. <i>An introduction to atmospheric gravity waves</i> . Elsevier.
6.	Haltiner G.J., Williams R.T., 1984: <i>Numerical prediction and dynamic meteorology</i> . J. Wiley & Sons
7.	Mesinger F., A. Arakawa, 1976. Numerical methods used in atmospheric models. WMO, GARP publ. series No. 17.
8.	Richtmyer R.D., K.W. Morton, 1967. <i>Difference methods for initial-value problems</i> . Interscience Publ., (J. Wiley & Sons)
9	Potter D., 1977. <i>Metody obliczeniowe fizyki - fizyka komputerowa</i> . PWN
10	Krishnamurti, T. N., 1996: <i>An introduction to numerical weather prediction techniques</i> . : CRC Press
11	Roache P.J., 1976: <i>Computational fluid dynamics</i> . Hermosa Publ.,

Metody oceny (ocena, egz. pisemny, egz. ustny, projekt)	Egzamin pisemny
--	-----------------

Uwagi dodatkowe	Wykład odbędzie się, jeżeli zapisze się co najmniej 15 osób.
------------------------	--

Tabela 1. Efekty kształcenia

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacz, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
	WIEDZA	
MNFA_W1	Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę nt. struktury pojęciowej, definicji i twierdzeń oraz technik rachunkowych w obszarze metod numerycznych hydrodynamiki	Egzamin
MNFA_W2	Ma wiedzę nt. metody zaawansowanego modelowania matematycznego dynamiki płynów	Egzamin
	UMIEJĘTNOŚCI	
MNFA_U1	Potrafi dokonać właściwego doboru technik modelowania matematycznego zjawisk i procesów w mechanice płynów	Egzamin
MNFA_U2	Potrafi posługiwać się w zakresie podstawowym zaawansowanymi metodami matematycznymi do przewidywania przebiegu zjawisk i procesów oraz wyznaczania ich ilościowych charakterystyk	Egzamin
MNFA_U3	Potrafi podać formalne (matematyczne) uzasadnienie wybranych metod obliczeniowych	Egzamin
MNFA_U4	Potrafi dokonać krytycznej oceny trafności i poprawności narzędzi matematycznych zastosowanych do opisu i modelowania zjawisk, procesów i obiektów technicznych	Egzamin
MNFA_U5	Potrafi w zakresie rozwiniętym samodzielnie korzystać z literatury naukowej	Egzamin
	KOMPETENCJE	
MNFA_K1	Rozumie potrzebę nieustannego samokształcenia w zakresie podstaw metod i matematycznych i technik obliczeniowych, ma świadomość konieczności rozwijania kultury ich stosowania w pracy naukowo-badawczej.	Obserwacja na zajęciach, egzamin