

Prof. dr hab. Szymon Malinowski,
Instytut Geofizyki UW
ul. Pasteura 5
02-093 Warszawa
tel. 22 55 32 042
e-mail malina@fuw.edu.pl

Warszawa 22 września 2017

Recenzja rozprawy doktorskiej
Pana mgr. Tomasza Neumanna
zatytułowanej:

“Modelowanie pola światła w gęstych ośrodkach optycznych”

Rozprawa doktorska Pana mgr. Tomasza Neumanna, zatytułowana “Modelowanie pola światła w gęstych ośrodkach optycznych” napisana pod opieką prof. dr hab. Jacka Piskozuba liczy niemal 120 stron druku. Podzielona jest na 7 rozdziałów uzupełnionych dodatkami oraz bibliografią liczącą niemal 90 pozycji.

Temat rozprawy dobrze opisano w tytule. Doktorant przeprowadza serię wyidealizowanych symulacji numerycznych, których celem jest zrozumienie transmisji promieniowania elektromagnetycznego w niejednorodnych, gęstych optycznie ośrodkach. Narzędziem, wykorzystywanym do osiągnięcia tego wyniku, jest metoda Monte-Carlo, pozwalająca przesiedzieć skończoną, ale dużą liczbę fotonów przemieszczających się z kierunku źródła światła i reagujących według zadanych reguł z centrami rozproszenia na swojej drodze. Przy dostatecznie dużej próbie losowej pozwala to utworzyć oszacowania statystyczne badanych wielkości opisujących parametry transmisji. Badane ośrodki to woda morska zawierająca populacje pęcherzyków powietrza oraz chmura – zawiesina kropelek lub kryształków lodu w powietrzu.

Tematyka rozprawy jest ciekawa i ważna naukowo. Nasza wiedza o transferze promieniowania w powierzchniowej warstwie oceanu czy w chmurach zawiera dużo luk. Uważa się, że w sytuacji skomplikowanych geometrii objętości z bąbelkami powietrza w oceanie, czy chmur – objętości zawierających kropelki lub kryształki wody – metody Monte-Carlo mogą być narzędziem, które dostarczy informacji o transferze promieniowaniach w wypadku gdy inne przybliżenia nie mogą być zastosowane lub zawodzą. Rozprawa mgr. Tomasza Neumanna jest przyczynkiem – testem metody Monte Carlo w ciekawych zastosowaniach oceanologicznych i meteorologicznych. Uzyskane wyniki są oryginalne, pozwalają zrozumieć niektóre cechy pola światła w oceanie i atmosferze, a na ich podstawie można napisać artykuły mające szansę publikacji w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym.

Opis rozprawy

W pierwszym rozdziale dysertacji doktorant dosyć szczegółowo omówił najważniejsze wielkości i zależności fizyczne wykorzystywane w dalszej części pracy: podstawowe parametry fotometryczne oraz wszystkie niezbędne informacje o świetle i jego rozpraszaniu na centrach rozpraszających w oceanie i atmosferze. W omówieniu p. Neumann wykorzystał zarówno wiedzę podręcznikową, jak i specjalistyczną literaturę naukową.

Drugi rozdział poświęcono opisowi zastosowanej w badaniach metody Monte-Carlo. Opis ten jest krótki i lakoniczny, jednak wystarczający do jej zrozumienia. Niestety, od strony technicznej opis jest niepełny: brakuje detali dotyczących zarówno numerycznej implementacji metody, jak i szczegółów wykonywanych obliczeń. Takie informacje są ważne dla recenzenta, gdyż pozwalają ocenić biegłość doktoranta w rzemiośle naukowym.

Kolejne rozdziały 3-7 stanowią zasadniczą część pracy i przedstawiają wyniki symulacji oraz ich analiz i interpretacji wykonanych przez doktoranta. W pierwszym z nich (rozdział 3) mgr Neumann przedstawia rezultaty obliczeń propagacji światła przez cylindryczną chmurę bąbelków w wodzie morskiej. Obliczenia wykonywane zostały dla kątów zenitalnych źródła światła wynoszących 30° i 60° , dwóch różnych współczynników rozpraszania bąbelków i dwóch promieni cylindra. Wyniki, dosyć szczegółowo zilustrowane, demonstrują skuteczność wybranej metody Monte-Carlo w zastosowaniu do modelowania pola światła w wypadku występowania skomplikowanych, trójwymiarowych obszarów z centrami rozpraszającymi.

Rozdział 4 poświęcony jest uproszczonym symulacjom, które mają pokazać ewentualny wpływ na strefę eufotyczną zastosowania w praktyce hipotetycznej metody geoinżynierskiej „wybielania” górnej warstwy oceanów przez jej spienienie. W tym celu przeprowadzono szereg symulacji, zakładając dwie istotnie różne średnice pęcherzyków (1 i 6 mikrometrów), ich koncentracje (1 i 5 ppm), oraz zróżnicowane własności pęcherzyków (bez i z substancją powierzchniowo czynną). Warstwa pęcherzyków była płasko - równoległa. Przeprowadzono symulację referencyjną bez obecności pęcherzyków, na podstawie której wyznaczono głębokość strefy eufotycznej na 87m. Symulacje pokazały istotne spłylenie strefy eufotycznej, a także zmianę jej własności (ograniczona widzialność), która może wpłynąć na procesy biologiczne.

Wyniki kolejnych symulacji, badających asymptotyczne pole światła na dużych głębokościach zależnie od kata azymutalnego Słońca i albedo pojedynczego rozpraszania przedstawiono w kolejnym rozdziale pracy. Wyniki porównano z funkcjami dostępnymi w literaturze przedmiotu, co pokazało, że niestety, w takiej sytuacji asymptotyczne pole światła istotnie zależy od słabo znanych i trudno mierzalnych funkcji fazowych rozpraszania. Pokazano też, że przypadku bardzo zmiennych (z kątem) funkcji rozpraszania i niedostatecznego (mała liczba

katów rozpraszania) uwzględnienia tej zmienności w symulacji Monte-Carlo, do wyników obliczeń należy podchodzić z rezerwą.

W kolejnym rozdziale 6 przeanalizowano stopień polaryzacji światła w strefie przyboju. Tę analizę uważam za najwartościowszą w całej pracy, gdyż potencjalnie może mieć bezpośrednie zastosowanie w teledetekcji. Okazuje się, że w informacji o polaryzacji światła zawarta jest informacja o koncentracji pęcherzyków gazowych, choć dane skorygowane muszą być o informację o głębokości wody.

W ostatnim ćwiczeniu (rozdział 7) przeanalizowano transmisję światła przez wyidealizowane chmury warstwowe w powietrzu. Badanie przeprowadzono dla wielu kątów zenitalnych, grubości optycznych chmur oraz dwóch rodzajów chmur: wodnej i lodowej. Wyniki porównano z formułami dostępnymi w literaturze.

W rozdziale 8 krótko podsumowano wyniki symulacji, w dodatku rozrysowano współrzędne sferyczne, objaśniono symbole i podano przykładowe funkcje fazowe rozpraszania.

Ocena rozprawy

Rozprawa jest niezwykle lakoniczna. Jej konstrukcja – omówienie kilku różnorodnych symulacji, opisanych skrótowo i przeanalizowanych dość pobieżnie, dokumentuje szerokie spektrum zastosowań użytego kodu symulacji numerycznych i sprawność w posługiwaniu się tym kodem oraz metodami analizy wyników przez doktoranta. Z drugiej strony w dysertacji uderza brak pogłębionych analiz wyników, przynajmniej w wypadku niektórych z szeregu przedstawionych ćwiczeń. W zasadzie każdy z rozdziałów 4-7 przy dopracowaniu, wykonaniu bardziej systematycznych symulacji, przeanalizowaniu wyników i umieszczeniu ich w kontekście naukowym symulowanego zagadnienia nadaje się na potencjalnie ciekawą publikację naukową. Jednak taka prezentacja wyników, jaka została zaproponowana w rozprawie, dokumentuje tylko jedno: doktorant sprawnie i skutecznie, posługując się dostępnymi narzędziami badawczymi, rozwiązał w stopniu podstawowym zadania stawiane przez promotora. Jest to wymóg minimalny stawiany przed doktorantem. Niestety, w rozprawie jest niewiele ponad to minimum.

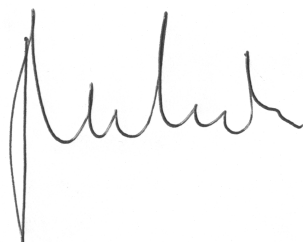
Zasadnicza wartość rozprawy mgr. Neumanna kryje się w pokazaniu potencjału zastosowanej metody Monte-Carlo w symulacjach pola światła w skomplikowanych sytuacjach oceanicznych i atmosferycznych. Szeroki zakres wykonanych ćwiczeń i uzyskane wyniki dowodzą jej wszechstronności i dokumentują jej ograniczenia, a przynajmniej ograniczenia stosowanego kodu. Doktorant wykonał bardzo różnorodne eksperymenty numeryczne, symulując zagadnienia mające znaczenie naukowe i w sposób przystępny opisał wyniki swoich badań. Praca zredagowana jest klarownie i starannie, rysunki są przejrzyste, tekst bez większych błędów, niezręczności językowych typu „Głównym źródłem fotonów dla istnienia ekosystemów na Ziemi jest Słońce”

znalazłem niewiele, mniej niż w innych pracach.

Mankamentem jest lakoniczność pracy, brak dokładnego opisu warunków symulacji (rozumiem, że w rozdziałach 4-7 założono horyzontalną jednorodność badanych ośrodków), brak informacji o samym kodzie i jego implementacji (język oprogramowania, narzędzia stosowane do analiz i ich sposoby) oraz technicznym przebiegu symulacji (komputer, czas, szczegóły) czyni pracę mało przydatną dla możliwych następców. Brak wykonania pogłębionych analiz w trakcie opisu wyników symulacji powoduje, że trudno będzie, bez powtórzenia znacznej części pracy, wykonać takie analizy w przyszłości i przedstawić szerszemu gronu badaczy ich wyniki. Stosunkowo niewielka liczba odwołań do najnowszej literatury sugeruje, że praca powstawała powoli, a jej zręby wykonano dawno temu. Potencjał, tkwiący w zadaniu i w jego rozwiązaniu przez doktoranta nie został w pełni wykorzystany, a szkoda, bo potencjał ten jest bardzo duży.

Rekomendacja

Mimo przedstawionych wyżej zastrzeżeń i uwag krytycznych rozprawę doktorską mgr Tomasza Neumanna oceniam jako zadowalającą. W ocenie recenzenta w stopniu wystarczającym spełnione zostały ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane przed rozprawą doktorską. Doktorat zademonstrował znajomość wiedzy w zakresie transferu promieniowania w atmosferze, umiejętność użycia nowoczesnych narzędzi badawczych stosowanych w rozwiązaniu stawianych mu zadań, i rozwiązał te zadania, a wyniki opisał w sposób pozwalający na ich ocenę, redagując starannie rozprawę. Część przeglądowa pracy jest napisana dobrze, wyniki symulacji opisano w sposób jasny i zrozumiały, choć w pracy zabrakło pogłębionych analiz i nie wykorzystano w pełni ich potencjału. W konkluzji recenzji wnoszę o dopuszczenie mgr. Tomasza Neumanna do dalszej części przewodu doktorskiego, licząc na to, że doktorant wnikliwie ustosunkuje się do krytyki podczas obrony rozprawy.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of connected loops and curves, positioned in the lower right area of the page.