



Międzynarodowa Środowiskowa Szkoła Doktorska
przy **Centrum Studiów Polarnych**
w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach

ul. Bedzińska 60
41-200 Sosnowiec
tel. +48 32 368 93 80
polarknow@us.edu.pl
www.mssd.us.edu.pl



Proponowany temat pracy doktorskiej: Matematyka obliczeniowa problemów wysoko oscylujących

Jednostka prowadząca: Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk

Wymagania wobec kandydatów:

- 1) Ukończone studia II-stopnia (magister) na kierunku matematyka lub pokrewnym (np. informatyka, fizyka). Znajomość tematyki badawczej związanej z analizą numeryczną, równaniami różniczkowymi, analizą funkcjonalną, programowaniem.
- 2) Znajomość zagadnień: aproksymacja, interpolacja, równania różniczkowe zwyczajne, cząstkowe, transformata Fouriera. Umiejętność programowania – w zakresie podstawowym.
- 3) Znajomość języka angielskiego umożliwiająca komunikację, czytanie prac naukowych oraz ich pisanie.
- 4) Gotowość na ciągłe i intensywne poszerzanie kompetencji.

Opis zadań:

1. Analiza równań różniczkowych wysoko oscylujących pod kątem efektywnej aproksymacji asymptotycznej i numerycznej zarówno rozwiązań jak i ich niezmienników lub innych własności
2. Pozyskiwanie, przetwarzanie oraz analiza badań naukowych związanych z tematyką badawczą
3. Wyjazdy zagraniczne w celu współpracy międzynarodowej do ośrodków: University of Cambridge, UK, Sorbonne Universite, Francja, University of Manchester, UK, University of Bath, UK, University of Singapore, Singapore.
4. Prowadzenie badań teoretycznych i programistycznych (np. matlab, python lub julia);
5. Przygotowanie artykułów naukowych oraz prezentacji konferencyjnych;
6. Regularne sprawozdawanie postępów pracy;

Streszczenie

Znaczenie równań różniczkowych, jako wiodącego narzędzia matematycznego do opisywania zjawisk codziennego życia nie wymaga tłumaczenia. Równania różniczkowe są dominującym instrumentem w formułowaniu modeli matematycznych w nauce i inżynierii.

Po sformułowaniu i przeanalizowaniu zagadnienia różniczkowego zazwyczaj konieczne jest znalezienie jego rozwiązania. Jako że niewiele równań różniczkowych można rozwiązać analitycznie, aproksymacja często jest jedynym rozwiązaniem. Koncentracja na metodach obliczeniowych nie oznacza jednak, że w jakikolwiek sposób porzucamy matematykę. Po dyskretyzacji, równania różniczkowe są nadal



Międzynarodowa Środowiskowa Szkoła Doktorska
przy **Centrum Studiów Polarnych**
w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach

ul. Będzińska 60
41-200 Sosnowiec
tel. +48 32 368 93 80
polarknow@us.edu.pl
www.mssd.us.edu.pl



objektami matematycznymi (prawdopodobnie nawet bardziej skomplikowanymi obiektami matematycznymi!) i muszą być analizowane z pełnym arsenalem narzędzi matematycznych (metody spektralne lub pseudo-spektralne, algebry Liego, rozwinięcia Magnusa, Ferra, Dysona, transformaty Fouriera z systemów ortogonalnych, poszukiwania nowych baz ortogonalnych dedykowanych dla konkretnego zaganiaenia, aproksymacja asymptotyczna elementami o różnych częstotliwościach)

Równania różniczkowe o wysoko oscylujących rozwiązaniach są szczególnie trudne do aproksymacji (zarówno analitycznej jak i numerycznej), a ich występowanie w naukach stosowanych jest bardzo częste: mechanika kwantowa, elektronika, fizyka. Jest to dziedzina nauki rozwijająca się bardzo dynamicznie i konkurencyjnie.

Wspólnie z kandydatem wybierzemy szczególny kierunek badań w zależności od preferencji i umiejętności kandydata. Szczegółnej uwadze poddamy aproksymację numeryczną zaganięń na całej płaszczyźnie rzeczywistej, a nie jak to robiono do tej pory na skończonych odcinkach wymagających narzucania na problemy sztucznych warunków brzegowych: okresowych lub zerowych. Kolejnym tematem o dużym zapotrzebowaniu jest problem wieloczęstotliwości rozwiązań, gdzie dochodzi do rezonansów niebezpiecznych z punktu widzenia obliczeń. Trudnym tematem numerycznej analizy równań jest aproksymacja zachowania kilku (lub kilku tysięcy!) cząstek w przestrzeni trójwymiarowej – na dzień dzisiejszy wydaje się, że Kohn-Sham functional density theory jest jedynym obiecującym (aczkolwiek bardzo trudnym) kierunkiem. W dziedzinie moich zainteresowań leży również teoria sterowania optymalnego, gdzie projektujemy optymalne działanie laserów (na układ) w celu uzyskania żądanych rozwiązań równań różniczkowych. Analityczne rozwinięcia asymptotyczne rozwiązań równań zagadnień w wysoko oscylującym czynnikiem zewnętrznym są interesującym i wciąż wymagającym uwagi obszarem badań. Metodologie obliczeniowe zachowujące energię całkowitą i/lub masę rozwiązań zaganięń jak Schroedinger, Dirac, Klein-Gordon, Pauli (różnego rodzaju: w polach elektrycznych, elektromagnetycznych, liniowe, nieliniowe) są szeroko badany, ale wciąż niewyczerpanym obszarem badań.

Inne informacje:

Praca będzie realizowana pod opieką merytoryczną: dr hab. Karoliny Kropielnickiej, prof. IM PAN, kkropielnicka@impan.pl, IM PAN, oddział w Sopocie