



**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:**

Analiza matematyczna modeli hydrodynamicznych

**Jednostka prowadząca:**

Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk w Warszawie

**Wymagania wobec kandydatów:**

**Wymagania:**

- 1) Ukończone studia II-stopnia (magister) na kierunku matematyka lub pokrewnym (fizyka, nauki informatyczna). Znajomość tematyki badawczej związanej z analizą równań różniczkowych cząstkowych.
- 2) Znajomość zagadnień: słabe rozwiązania, nieliniowe równania różniczkowe cząstkowe, przestrzenie Sobolewa, analiza funkcjonalna, równania nieliniowe, mechanika cieczy, ruch kolektywny.
- 3) Znajomość języka angielskiego umożliwiającą komunikację, czytanie prac naukowych oraz ich pisanie a także współpracę w międzynarodowym środowisku.

**Opis zadań:**

1. Analiza układów hydrodynamicznych równań różniczkowych cząstkowych pod kątem istnienia rozwiązań (słabych, miarowych), ich regularności, zachowania dla dużych czasów, analizy gdy pewne parametry zbiegają do zera lub nieskończoności;
2. Pozyskiwanie, przetwarzanie oraz analiza dostępnej literatury i najnowszych dostępnych publikacji w tematyce projektu.
3. Prowadzenie badań we współpracy z zespołami zagranicznymi. W zależności od dostępnego finansowania – wyjazdy studyjne, krótkie staże w zagranicznych jednostkach.
4. Przygotowanie artykułów naukowych oraz prezentacji konferencyjnych.
5. Regularne sprawozdawanie postępów pracy;



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



6. Pomoc w codziennych zadaniach naukowych i dydaktycznych jednostki, w tym uczestnictwo w seminariach i warsztatach Instytutu Matematycznego PAN i Zakładu Równań Różniczkowych IMPAN.

### Streszczenie

W ramach tematu badawczego zostanie przeprowadzona analiza matematyczna dla nieliniowych równań różniczkowych cząstkowych i ich rozwiązań. W szczególności skoncentrujemy się na problemach związanych z mechaniką płynów, ruchem kolektywnym, interakcją obiektów lub cząstek z płynem, zachowaniem się płynu, gdy rozważany obszar zmienia się w czasie. Są to zatem zjawiska obserwowane w przyrodzie, nauce czy technologii. Analiza ta da lepsze zrozumienie niektórych złożonych zachowań opisanych przez modele (tu przez układy równań), które zostaną rozważone w ramach realizacji projektu. Głównym celem badań będzie ich jakościowa analiza oraz sprawdzenie, czy rozważane zagadnienia są dobrze postawione. Sprujemy zatem odpowiedzieć na jedno z następujących pytań: Czy rozważane układy posiadają rozwiązania (silne, słabe, miarowe)? Czy są to rozwiązania globalne w czasie, jednoznaczne lub regularne? Jak zachowują dla dużych czasów? Jak cały system zmienia się, gdy pewne parametry zbiegają do zera lub nieskończoności.

Wiele zjawisk w naturze, technologii i socjologii jest opisywanych przez modele postrzegające je jako przepływ, dlatego są przedstawiane jako podstawowe układy mechaniki płynów. Istnieje jednak szeroka klasa zjawisk, dla których podstawowy układ Naviera-Stokesa nie wystarcza by opisać bardziej złożone procesy. Dlatego istnieje potrzeba konstruowania i badania modeli, które uwzględniają pełniej ich charakter. Tu za przykład mogą posłużyć układy typu Naviera-Stokesa- Smoluchowkiego, uogólnione układy typu Navier-Stokes-Vlasova, uogólnione układy Eulera.

W szczególności w opisie wielu zjawisk wyzwaniem jest uwzględnienie takich aspektów jak: ruch kolektywny, rojenie się osobników, mikrostruktura związana z oddziaływaniem pomiędzy cząsteczkami lub obiektami a płynem, w którym są zanurzone, nienewtonowska reologia płynu, zmienny kształt obszaru czy zbiornika, w którym znajduje się płyn, efekty cieplne, różne skale parametrów, które mają znaczenie w systemie, a ich wielkości są dominujące lub nieistotne. Wyżej wymienione zjawiska są w teorii równań różniczkowych źródłem nielokalnych efektów, nieliniowości w systemie. Mogą powodować, że układ rozważany jest na obszarze, który zmienia się w czasie. Natomiast zmiana kluczowych parametrów może zmieniać charakter całego układu.



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



Realizacja projektu będzie wymagała zastosowania zaawansowanych narzędzi teorii równań różniczkowych cząstkowych i analizy funkcjonalnej, które doktorant nabędzie w trakcie realizacji projektu. Projekt ten może zostać zrealizowany we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu w Oxford, Czeskiej Akademii Nauk w Pradze i University College London.

#### Inne informacje:

1. Praca będzie realizowana pod opieką merytoryczną: dr hab. Anety Wróblewskiej-Kamińskiej, [awrob@impan.pl](mailto:awrob@impan.pl), Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk.
2. Temat związany jest z projektem: „Mathematical analysis of hydrodynamic models - nonlinearities, non-locality, domain, scales” finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu Sonata Bis. Doktorant będzie miał możliwość ubiegania się o dodatkowe stypendium w ramach realizacji zadań w projekcie.