



**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



**Nr projektu doktorskiego: IEDS/2023/IM/01**

**Proponowany temat rozprawy doktorskiej: *Analiza matematyczna modeli hydrodynamicznych***

**Jednostka prowadząca:** Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk (IM PAN), Warszawa

**Wymagania wobec kandydatów:**

1. Ukończone studia II-stopnia (magister) na kierunku matematyka lub pokrewnym (fizyka, nauki informatyczne). 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 sprawozdawania postępów pracy;
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



**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



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. Spróbujemy 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.

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 Imperial College London.

**Inne informacje:**

1. Praca będzie realizowana pod opieką merytoryczną: dr hab. Anety Wróblewskiej-Kamińskiej, e-mail: [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.

Sekretarz Komisji Rekrutacyjnej MŚSD: +48 32 3689 380, e-mail: [polarknow@us.edu.pl](mailto:polarknow@us.edu.pl)



**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



Informacje dotyczące rekrutacji do MŚSD: <https://www.mssd.us.edu.pl/rekrutacja-2023-2024-reg/>