Kraków, 13 maja 2019r.

dr hab. Piotr Kalita
Wydział Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Łojasiewicza 6, 30-348 Kraków

Opinia o dorobku naukowym doktora Piotra Kacprzyka w związku z postępowaniem habilitacyjnym w IMPAN.

Ocena dorobku habilitacyjnego. Dorobek wskazany jako osiągnięcie habilitacyjne składa się z następujących dwunastu artykułów.

[1] P. Kacprzyk, *Local existence of solutions of the free boundary problem for the equations of a magnetohydrodynamic incompressible fluid*, Applicationes Mathematicae, 30(4), 2003, 461–488.

[2] P. Kacprzyk, *Almost global solutions of the free boundary problem for the equations of a magnetohydrodynamic incompressible fluid*, Applicationes Mathematicae, 31(1), 2004, 69–77.

[3] P. Kacprzyk, *Local existence of solutions of the free boundary problem for the equations of a magnetohydrodynamic compressible fluid*, Applicationes Mathematicae, 31(2), 2004, 209–227.

[4] P. Kacprzyk, *Global existence of solutions of the free boundary problem for the equations of magnetohydrodynamic incompressible viscous fluid*, Topological Methods in Nonlinear Analysis, 23, 2004, 339–356.

[5] P. Kacprzyk, *Global existence of solutions of the free boundary problem for the equations of magnetohydrodynamic compressible fluid*, Banach Center Publication, Vol. 70, 2005, 105–129.

[6] P. Kacprzyk, *Free boundary problem for the equations of magnetohydrodynamic incompressible viscous fluid*, Applicationes Mathematicae, 34 (1), 2007, 289–307.

[7] P. Kacprzyk, *Local free boundary problem for incompressible magnetohydrodynamics*, Dissertiationes Mathematicae, 509, 2015, 1–52.

[8] P. Kacprzyk, *Global free boundary problem for the equations of magnetohydrodynamic incompressible viscous fluid*, Dissertiationes Mathematicae, 510, 2015, 1–44.

[9] P. Kacprzyk, *Local free boundary problem for viscous compressible magnetohydrodynamics*, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 41, 2018, 5632–5678.

[10] P. Kacprzyk, W. Zajączkowski, *On the Faedo–Galerkin method for a free boundary problem for incompressible viscous magnetohydrodynamics*, Topological Methods in Nonlinear Analysis, 2018.

[11] P. Kacprzyk, *Local free boundary problem for viscous non-homogeneous incompressible magnetohydrodynamics*, Dissertiationes Mathematicae, 2018.

[12] P. Kacprzyk, *Global free boundary problem for voscous non-homogeneous incompressible magnetohydrodynamics*, Dissertiationes Mathematicae, 2018.

Prace [1]-[9] zostały opublikowane przed zgłoszeniem wniosku habilitacyjnego. Z kolei prace [10]-[12] w momencie zgłoszenia wniosku posiadały numery DOI, a zatem mogły być zgłoszone jako część osiągnięcia habilitacyjnego.

Ponieważ artykuły [1]-[6] na powyższej liście były wskazane jako osiągnięcie w poprzednim wniosku habilitacyjnym doktora Kacprzyka i zostały już wnikliwie ocenione przez recenzentów, skupię się w swojej ocenie jego dorobku na artykułach oznaczonych jako [7]-[12].

Wszystkie sześć prac [7]-[12] dotyczy równań magnetohydrodynamiki opisujących układ ciecz-gaz w polu magnetycznym. Są to zawsze zagadnienia ze swobodnym brzegiem: jedną z niewiadomych jest interfejs pomiędzy obszarami zajmowanymi przez ciecz a gaz. Dziedzina zagadnienia jest podzielona na dwa podobszary. W pierwszym podobszarze, zajmowanym przez ciecz, niewiadomymi są zawsze prędkość i ciśnienie cieczy oraz pole magnetyczne opisane układem wzajemnie sprzężonych ze sobą równań Naviera–Stokesa oraz równań Maxwella. W drugim podobszarze, zajętym przez gaz, prędkość jest zawsze zerowa a niewiadomą jest jedynie pole magnetyczne. Na nieznanym interfejsie pomiędzy dwoma obszarami zadane są odpowiednie warunki transmisji.

W pracach [7] i [8] rozważany jest model z cieczą nieściśliwą w pierwszym podobszarze. Praca [7] zawiera dowód istnienia i regularności rozwiązania lokalnego w czasie, natomiast praca [8] zawiera dowód istnienia rozwiązania globalnego, przy dodatkowych założeniach małości danych początkowych i braku wymuszenia w równaniu zasady pędu. Technika dowodu istnienia rozwiązania lokalnego jest oparta o problem pomocniczy, w którym prędkość w wyrażeniach opisujących konwekcję jest zadana. Dla takiego zadanego pola prędkości habilitant przechodzi do współrzędnych Lagrange'a, co pozwala mu na rozważanie zagadnienia w niezmiennym obszarze. Następnie istnienie rozwiązania jest wykazane z użyciem metody Galerkina. Wreszcie habilitant bada ciąg aproksymacyjny, którego kolejny wyraz jest uzyskany poprzez rozwiązanie problemu z prędkością konwekcji zadaną przez poprzedni wyraz ciągu. Pokazuje że ten ciąg jest zbieżny. Z kolei w pracy [8] znajduje się dowód istnienia rozwiązań globalnych oparty o oszacowania a priori typu Gronwalla, za pomocą których autor pokazuje że rozwiązanie może być przedłużone dla dowolnego skończonego czasu.

Praca [9] zawiera wynik będący odpowiednikiem wyniku z pracy [7] dla cieczy ściśliwej. Użyte techniki i schemat dowodu są bardzo bliskie tych z pracy [7].

Artykuł [10], napisany wspólnie z profesorem Zajączkowskim, rozwija i uzupełnia wyniki z pracy [7]. W szczególności podana jest dyskusja dotycząca warunków transmisji oraz konstrukcja odpowiednich spełniających je baz metody Galerkina. Warunek transmisji, a w zasadzie warunek ciągłości pola magnetycznego H staje się częścią definicji przestrzeni rozwiązań, a warunek ciągłości stycznej części pola elektrycznego E jest uwzględniony w słabej postaci zagadnienia. W ten sposób habilitant odpowiada na kluczowe zarzuty z recenzji swojego poprzedniego wniosku habilitacyjnego.

W pracach [11] i [12] jest rozważane zagadnienie dla którego ciecz w pierwszym podobszarze jest opisana przez nieściśliwy układ równań Naviera–Stokesa ze zmienną gęstością. Jest to model pośredni pomiędzy cieczą ściśliwą a nieściśliwą. Zachodzi warunek nieściśliwości, a gęstość jest zadana równaniem transportu i mnoży przyspieszenie i wyrażenie konwekcyjne w równaniu pędu. Wyniki i techniki dowodowe w pracach [11] i [12] są bardzo zbliżone odpowiednio do tych z prac [7] i [8].

Modele badane przez habilitanta są skomplikowane, a za czym idzie artykuły zawierają dużo trudności technicznych. Uderza mnie to, że tematycznie prace habilitanta są sobie bardzo bliskie. W szczególności rozumowania i użyte techniki z prac [7], [9] i [11] nie różnią się bardzo od siebie, podobnie bardzo bliskie sobie są rozumowania i techniki z prac [8] i [12]. Ponadto prace te niemal nie zawierają opisu motywacji dla badanych zagadnień, ani dyskusji umiejscawiającej uzyskane wyniki w szerszym kontekście. Ani w autoreferacie ani w pracach [7]-[9] czy [11]-[12] nie znalazłem także dyskusji na temat tego, które elementy rozumowania są istotnym nowym wkładem habilitanta w badanie zagadnień hydrodynamiki, a które są tylko zastosowaniem znanych metod (wyjątkiem jest praca [10] zawierająca liczne dyskusje i komentarze). Brak takiej dyskusji może być jednym z powodów niskiej cytowalności i niskiej zauważalności prac habilitanta w środowisku. Podkreślam, że główne koncepcje na których opierają się dowody, a mianowicie (dla problemu lokalnego) przejście do układu Lagrange'a i uzyskanie rozwiązania jako granicy zagadnień aproksymacyjnych w połączeniu z oszacowaniami wyższej regularności dla zagadnienia parabolicznego i (dla problemu globalnego) odpowiednie oszacowania a priori pozwalające przedłużać rozwiązanie są w hydrodynamice dobrze znane i standardowe.

Czytając prace składające się na osiągnięcie habilitacyjne daje się zauważyć wiele nieścisłości. Wydaje się, że wiele z nich można poprawić i uzupełnić, niemniej jednak utrudniają one zrozumienie ocenianych przeze mnie prac. W szczególności moje poniższe uwagi dotyczą pracy [7]:

- Autor zakłada najpierw, że w dwóch obszarach mamy dwa różne współczynniki przenikalności magnetycznej μ, oznaczone jako μ_1 i μ_2. Następnie zakłada, cf. wzór (1.16), że $\mu_1 = \mu_2$. Po co w takim razie wprowadzać dwa różne współczynniki? Rozumiem, że przez homotetię może rozważać przypadek $\mu_1 H^1 = \mu_2 H^2$ ale założenie $H^1_\tau = H^2_\tau$ wyklucza tą możliwość.
- W równaniu (1.7) znajduje się warunek na prędkość interfejsu w kierunku normalnym z funkcją φ będącą paramatryzacją interfejsu. Nie ma go już jednak w sformułowaniu zagadnienia danym układami równań (1.20) i (1.21). Nie jest dla mnie więc jasne, czy ten warunek jest częścią problemu, czy nią nie jest. Nie znalazłem informacji w jaki sposób ten warunek staje się częścią słabego sformułowania badanego zagadnienia. Dojście do tego utrudnia fakt, że funkcja φ staje się pewną funkcją rosnącą w rozdziale 2, a w rozdziale 3 jest już funkcją próbną.
- Nie znalazłem też informacji o regularności wolnego brzegu S_t w uzyskanym rozwiązaniu. W Twierdzeniu 1.1 znalazłem założenie $S \in H^{5/2}$ dotyczące początkowej regularności brzegu. Nie ma jednak dyskusji czy ta regularność jest zachowana, albo czy w wyniku przejścia granicznego w problemach aproksymacyjnych w brzegu nie może się pojawić na przykład samoprzecięcie.
- W Twierdzeniu 1.1 pojawia się założenie na prędkość początkową $\partial_t v|_{t=0} \in L^2$. Regularność rozwiązania $v_t \in L^2(0,T;H^2)$ i $v_{tt} \in L^2(0,T;H^1)$ wskazuje jednak, że powinno być raczej $\partial_t v|_{t=0} \in H^1$. Natomiast regularność L^2 wynika z regularności H_0 i v_0.
- W twierdzeniu tym pojawia się też założenie, że zachodzą warunki transmisji. Formalnie powinno być tak, że tezą twierdzenia jest istnienie rozwiązania spełniającego te warunki. Jak dowiedziałem się z pracy [10], część z tych warunków jest uwzględnionych w słabej postaci równania, a część w definicji przestrzeni rozwiązań. Prace [7], [9] i [11] nie podejmują jednak tego tematu.
- W rozdziale 8 znajdują się oszacowania na różnice pomiędzy rozwiązaniem n-tego i $n+1$-szego problemu aproksymacyjnego. Wynika z nich, że ciąg jest w odpowiednim sensie zbieżny. Nie ma jednak dowodu że granica jest faktycznie rozwiązaniem badanego zagadnienia. Alternatywne podejście opierałoby się na wykorzystaniu jednego z twierdzeń o punkcie stałym. Jeśli dowód miałby przebiegać przez wykorzystanie twierdzenia Banacha to jednak oszacowania nie powinny przebiegać dla dwóch kolejnych elementów ciągu aproksymacyjnego, ale dwóch rozwiązań odpowiadających dwóm różnym zadanym prędkościom konwekcji.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy habilitanta oceniam jako niewystarczający. Z jednej strony prace są technicznie trudne i można dostrzec w nich sprawność rachunkową. Z drugiej strony, co moim zdaniem przeważa, monotematyczność prac oraz brak precyzji matematycznej sprawiają, że moja ostateczna ocena osiągnięcia habilitacyjnego jest negatywna.

<u>Ocena pozostałego dorobku.</u> Omówię jedynie wybrane prace powstałe w ostatnich latach, gdyż pozostałe prace zostały już ocenione w recenzjach poprzedniego wniosku habilitanta.

W pracy [26] autor bada konwekcję cieplną w cieczy nieściśliwej w obszarze cylindrycznym. Jednak warunek $\|f(t)\|_{H^1} \le e^{-\delta t}\|f(0)\|_{H^1}$ sprawia, że problem nie obejmuje klasycznej aproksymacji Boussinesqa, gdzie odpowiednie wyrażenie, opisujące siłę wyporu, jest po prostu stałą.

Podobne zagadnienie z podobnymi założeniami badane jest w pracy [27], gdzie autor pokazuje istnienie atraktora globalnego. Pojęcie atraktora globalnego ma jednak sens dla półgrup operatorów, pochodzących od zagadnień autonomicznych. De facto autor bada zagadnienie nieautonomiczne, które powinno być opisane przez półgrupę dwuparametrową (czyli proces) a zatem notacja $\{S(t)\}_{t\ge 0}$ jakiej autor używa w głównym twierdzeniu w rozdziale 1 jest tu nieadekwatna (chyba, żeby rozważał tzw. rozszerzoną przestrzeń fazową, ale nie znalazłem w pracy nic na ten temat). Notacja w rozdziale 3 jest już poprawna. Natomiast obiekt, którego istnienie habilitant dowodzi to nie atraktor globalny (global attractor), ale, według nomenklatury Chepyzhova i Visika, atraktor jednostajny (uniform attractor). Ponadto habilitant podaje Twierdzenie 1.2, które gwarantuje istnienie rozwiązania, nie pisze jednak nic o jednoznaczności, która jest wymagana by jego definicja półprocesu była poprawna. Nie dyskutuje także założenia translacyjnej zwartości wyrażenia nieautonomicznego, którego spełnienie jest niezbędne by można było użyć teorii Chepyzhova i Visika.

Z kolei za wartościową i ciekawą, ale nie stricte naukową, pozycję uważam skrypt [32] "Algebra dla kryptologów".

Podsumowując, oceniam pozostały dorobek jako niewystarczający do przyznania stopnia doktora habilitowanego.

Pozostała aktywność habilitanta. Według bazy MathSciNet prace habilitanta były cytowane 36 razy. Dokładna analiza tych cytowań wskazuje, że bez autocytowań prace habilitanta były cytowane 17 razy. Jest to bardzo niska liczba cytowań jak na habilitację z dziedziny równań cząstkowych, tym bardziej, że pierwsza praca habilitanta ukazała się w 2000 roku. Jeszcze gorzej wyglądają cytowania według bazy Web Of Science, gdzie znalazłem informację, że prace habilitanta były cytowane bez autocytowań tylko 11 razy. Ponadto aż 9 z tych 11 cytowań dotyczy artykułu z Gawineckim i Bar-Yosephem, nie zaliczonego do osiągnięcia habilitacyjnego. Świadczy to o znikomym zainteresowaniu środowiska naukowego wynikami habilitanta. Jest to zaskakujące tym bardziej, że zarówno równania hydrodynamiki jak i zagadnienia ze swobodnym brzegiem należą do aktualnej tematyki badawczej żywo rozwijanej w wielu ośrodkach naukowych na świecie.

Również grono naukowców z którymi współpracuje habilitant jest niewielkie. Wśród jego prac jest jedna, w biuletynie WAT, napisana wspólnie z B. Sikorską, 10 prac wspólnych z profesorem Gawineckim (promotorem doktoratu habilitanta), z których dwie mają jeszcze trzeciego współautora, i jedna, będąca częścią osiągnięcia habilitacyjnego, wspólna z profesorem Zajączkowskim. Pozostałe artykuły są samodzielne.

Według dostarczonej mi dokumentacji ostatnie wystąpienie konferencyjne habilitanta odbyło się w roku 2010, a poprzednie w 2005. Informacja ta może być jednak spowodowana brakami w dokumentacji. Nie znalazłem informacji o stażach zagranicznych ani o recenzowaniu artykułów dla czasopism naukowych. Habilitant uczestniczył w kilku grantach, przy czym od 2013 roku były to jedynie granty z kryptografii.

Podsumowując, pozostałą aktywność habilitanta uważam za niewystarczającą do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Konkluzja. Moim zdaniem dorobek naukowy i aktywność naukowa doktora Piotra Kacprzyka nie spełniają wymogów ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dn. 14 marca 2003 r. oraz rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 18 stycznia 2018 r. Wnioskuję o odrzucenie wniosku o nadanie doktorowi Kacprzykowi stopnia doktora habilitowanego.

Piotr Kalita