dr. hab Piotr Kalita, prof. UJ
Wydział Matematyki i Informatyki
Uniwersytet Jagielloński
mail: piotr.kalita@ii.uj.edu.pl

Ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej
dr Panayotisa Smyrnelisa w związku z postępowaniem
o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Sewilla, 29 marca 2022

1. Wstęp

Dr Panayotis Smyrnelis ukończył studia magisterskie z matematyki w roku 1997 na Uniwersytecie Piotra i Marii Curie (Paris VI). Pracę magisterską dotyczącą rozmaitości centralnych i bifurkacji Hopfa przygotował pod kierunkiem F. Aribauda. Następnie, w 2008 podjął pracę wykładowcy w Instytucie Technologicznym w Pireusie. W 2012 roku obronił na Uniwersytecie Arystotelesa w Tesalonice pracę doktorską dotyczącą zagadnień opisanych układami równań eliptycznych przygotowaną pod kierunkiem N. Alikakosa i M. Mariasa. W tym samym roku rozpoczął staż podoktorski na Uniwersytecie w Atenach. Po jego zakończeniu, w 2015, rozpoczął kolejny staż podoktorski, tym razem na Uniwersytecie w Chile,pod kierunkiem M. Kowalczyka. Kolejnym krajem w którym pracował habilitant była Polska - w 2018 rozpoczął pracę na stanowisku adiunkta w Instytucie Matematycznym PAN, gdzie, z przerwą, pracował do 2020. Obecnie realizuje projekt Marie Curie Individual Fellowship w Hiszpanii, w Baskijskim Centrum Matematyki Stosowanej w Bilbao.

2. Podstawa prawna oceny

Ocena wniosku habilitacyjnego jest przygotowana w oparciu o Ustawę Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2022 poz. 574). Wymogi ustawowe są określone w art. 219, stwierdzam że przedstawiona dokumentacja jest z nimi zgodna. W autoreferacie przedstawione są osiągnięcia naukowe habilitanta, w tym cykl sześciu powiązanych tematycznie artykułów, oznaczonych jako (S1)–(S6) i opublikowanych w czasopismach spełniających wymagania podane w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy. Cztery z nich to prace współautorskie, a w dwóch autorem jest jedynie habilitant. Zgodnie z art. 219 ust. 2, w dokumentacji znajduje się informacja o indywidualnym wkładzie habilitanta: do wniosku są załączone stosowne oświadczenia współautorów oraz dr Smyrnelisa. Wynika z nich, że jego wkład w uzyskanie wyników zawartych w pracach współautorskich jest istotny. W dalszej części recenzji, by odnieść się do wszystkich wymienionych w Ustawie kryteriów, przedstawię:
(1) omówienie i ocenę merytoryczną cyklu artykułów,
(2) ocenę osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny,
(3) ocenę aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej, w tym zagranicznej.

3. Omówienie i ocena cyklu artykułów

Wszystkie artykuły z "cyklu habilitacyjnego" zostały opublikowane w bardzo dobrych i znakomitych czasopismach. Wspólnym tematem tych prac jest, że dotyczą równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych modelujących przejścia fazowe. W klasycznych modelach mamy dwie fazy a w pracach habilitantach mamy do czynienia z różnymi konfiguracjami opisującymi wiele faz. Dokładniej, prace (S1)–(S3) dotyczą równań zwyczajnych, a konstruowane są, między innymi, orbity heterokliniczne reprezentujące przejścia fazowe. Natomiast prace (S4)–(S6) dotyczą równań cząstkowych. Rozpocznę od podstawowej konstatacji: za niezwykle mocny punkt dorobku uważam, że można tu znaleźć (zwłaszcza w pracach z M. Kowalczykiem) głębokie i ciekawe wyniki matematyczne które bezpośrednio łączą się z konkretnymi modelami fizycznymi a nawet badaniami eksperymentalnymi. Jako najciekawszy przykład podam, że uzyskane metodami matematycznymi własności trajektorii konstruowanych w pracy (S3) dla modelu przejścia fazowego w ciekłych kryształach odpowiadają obserwacjom eksperymentalnym (a współautorami samego artykułu są także naukowcy eksperymentatorzy). Drugim bardzo mocnym aspektem prac P. Smyrnelisa jest, że wyniki wymagają zawsze głębokich i subtelnych analiz wymagających wejścia w szczegółową strukturę badanego zagadnienia.

Praca (S1) jest współautorska z doktorantem, P. Antonopoulosem, nad którym habilitant sprawował opiekę jako promotor pomocniczy. Promotorem pracy doktorskiej był N. Alikakos. Praca ukazała się w czasopiśmie *Indiana University Mathematics Journal*. Praca dotyczy rozwiązań wektorowego równania różniczkowego zwyczajnego typu hamiltonowskiego

$$u''(x) = \nabla W(u(x)),$$

gdzie poszukujemy funkcji $u : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ i zadane jest $W \in C^2(\mathbb{R}^n; R)$. Praca jest bezpośrednio inspirowana artykułem N. Alikakosa i G. Fusco opublikowanym wcześniej w tym samym czasopiśmie, gdzie autorzy uogólnili jeszcze wcześniejsze wyniki o istnieniu połączeń heteroklinicznych z przypadku podwójnej studni potencjału na jego ogólną postać, z założeniem skończonej liczby minimów. Ponadto ich podejście działa także w przypadku wektorowym. Autorzy dalej uogólniają podejście z pracy Alikakosa i Fusco na przypadek gdy zbiór minimów może być nieskończony. W takim przypadku, zbiór miejsc zerowych funkcjonału W jest podzielony na dwa rozłączne i zwarte podzbiory A^+ i A^-. Dla przypadku, gdy oba są zbiorami minimów, wykazują istnienie orbity łączącej je. Warto tu dodać, że taka orbita ma istotną fizyczną interpretację: modeluje przejście fazowe pomiędzy jednym z drugim zbiorem stanów stacjonarnych. Gdy zbiorem minimów jest tylko jeden za zbiorów A^+ i A^-, konstruują orbitę homokliniczną, a gdy nie jest nim żaden, orbitę okresową. Główna technika dowodu opiera się o podejście wariacyjne - minimalizację funkcjonału działania (akcji) poprzez metodę bezpośrednią rachunku wariacyjnego - i jest zgodne z podejściem z pracy Alikakosa i Fusco, uogólniając je do tej istotnie trudniejszej sytuacji. Uzyskany przez habilitanta wspólnie z Antonopoulosem wynik jest wartościowym uogólnieniem, jest ono na tyle istotne, że samo w sobie stanowi pewną nową metodę. Artykuł jest napisany w sposób bardzo przystępny i zawiera dużo przykładów i wyjaśnień oraz ciekawych wniosków z uzyskanych wyników, jak na przykład twierdzenie kiedy trajektorie heterokliniczne zbiegają wykładniczo, i że wówczas muszą zbiegać do ustalonych punktów zbiorów A^- i A^+.

Artykuł (S2) to praca indywidualna, opublikowana w czasopiśmie *Nonlinear Analysis*. Autor wykorzystuje wypracowaną w (S1) metodologię, równocześnie ją udoskonalając, by konstruować orbity heterokliniczne dla wektorowego zagadnienia czwartego stopnia, opisanego równaniem zwyczajnym

$$u^{(4)} + W_u(u, u') - W_{uv}(u, u')u' - W_{vv}(u, u')u'' = 0.$$

O ile wielu autorów badało wcześniej skalarne równania tego typu, to praca P. Smyrnelisa jest pierwszą pokazującą istnienie orbity heteroklinicznej dla (dużo trudniejszej) sytuacji wektorowej, a ponadto pozwalającą na to by zbiór punktów równowagi nie był dyskretny. W pracy habilitant pokazuje, że metodologia wypracowana w (S1) może być z powodzeniem stosowana do pewnej, szerszej, klasy zagadnień.

Praca (S3) wspólna z M. Kowalczykiem, M.G. Clerkiem, J.D. Davilą i E. Vidal-Henriquez (M. G. Clerk i E Vidal-Henriquez to fizycy zajmujący się ciekłymi kryształami) i opublikowana w *Calculus of Variations and Partial Differential Equations* dotyczy nieautonomicznego równania zwyczajnego modelującego przejście fazowe dla oddziaływania światła z materią w ciekłych kryształach. Równanie ma postać

$$\varepsilon^2 v''(x) + \mu(x)v(x) - v^3(x) + \varepsilon a f(x) = 0.$$

Autorzy badają rozwiązanie będące minimum odpowiedniego funkcjonału energii uzyskane znów metoda bezpośrednią (widać, że podejście oparte o metodę bezpośrednią rachunku wariacyjnego jest istotnym wkładem habilitanta wynikającym z jego wcześniejszego doświadczenia). Istotne są własności skonstruowanego rozwiązania, które zachowuje się inaczej w zależności od parametru a odpowiadającego intensywności światła laserowego pobudzającego kryształ. Autorzy pokazują, że istnieją stałe $0 < a_* \leq a^*$ takie, że dla $a > a^*$ rozwiązanie - minimum asymptotycznie gdy $\varepsilon \to 0$ zbiega do pewnej funkcji nieparzystej (zależnej od funkcji μ), a gdy $a \in (0, a_*)$ - zbiega do pewnej funkcji parzystej. Ta zmiana zachowania postaci funkcji minimum w zależności od a, jak również jej postać (asymptotycznie zadana przez μ) jest dla różnych zakresów a obserwowana eksperymentalnie. Innym interesującym wynikiem tej pracy jest to, że profile rozwiązań minimum blisko miejsc zerowych μ są po przeskalowaniu asymptotycznie zadane przez rozwiązania tzw. równania Painlevé.

Prace (S4)–(S6) dotyczą równań cząstkowych. W pracy (S4) napisanej wspólnie z P.W. Batesem i G. Fusco i opublikowanej w *Archive for Rational Mechanics and Analysis* habilitant rozważa równanie wektorowe $\Delta u = \nabla W(u)$, gdzie $W : \mathbb{R}^m \to \mathbb{R}$ jest potencjałem spełniającym warunek symetrii zadany przez pewną skończoną grupę Γ działającą na $\mathbb{R}^m$. Jest to bardzo dalekie uogólnienie podstawowego przypadku gdy W ma dwa mimima. Poszukiwane jest rozwiązanie $u : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^n$ również spełniające pewne warunki symetrii (warunek ekwiwariantności oraz warunek dodatniości). Warunki te oznaczają, że poprzez wielokrotne symetrie odbiciowe poszukiwane u ma strukturę krystaliczną. Nowością tej pracy jest, że habilitant konstruuje wiele możliwych krystalicznych rozwiązań, bo ma możliwość doboru grupy G (która może być także nieskończona) i homomorfizmu grup w warunku ekwiwariantności, i charakteryzuje w jaki sposób ich symetrie sa powiązane z symetrią W. Praca uogólnia wcześniejsze wyniki, gdzie homomorfizm ten musiał być identycznością. Metoda polega na minimalizacji, ale główna trudność polega na tym by wykazać że element minimum spełnia równanie eliptyczne co jest nieoczywiste ze względu na dodatkowy warunek w zagadnieniu minimalizacji. Użyta metoda polega na rozważaniu powiązanego z równaniem eliptycznym potoku gradientowego, który musi być stały gdy element minimum jest warunkiem początkowym. Najtrudniejsze jest wykazanie niezmienniczości dla warunku dodatniości, co wymaga analizy pewnych pomocniczych równań skalarnych i rozumowań opartych o zasadę maksimum.

W pracach (S5) (współautorskiej z M.G. Clerkiem i M. Kowalczykiem opublikowanej w *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa*) i (S6) (jednoautoskiej, opublikowanej w Journal de Mathématiques Pures et Appliquées) habilitant bada równanie Painlevé

$$\Delta u - x_1 u - 2|u|^2 u = 0.$$

W pracy (S5) badane jest równanie skalarne, czyli poszukiwana jest funkcja $u : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}$, a w (S6) równanie wektorowe z rozwiązaniem $u : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^m$. Badania nad tym równaniem inspirowane są badaniami habilitanta nad zagadnieniem ciekłokrystalicznym, gdzie odpowiadające mu równanie zwyczajne pojawiło się w naturalny sposób. Główny wynik pracy (S5) to konstrukcja takiego rozwiązania równania cząstkowego które odpowiada nieautonomicznemu przejściu fazowemu, czyli łączy ze sobą wzdłuż zmniennej x_2 dwie orbity minimalne dla równania zwyczajnego, będące funkcjami x_1. Konstrukcja rozwiązania jest wersją dla równania cząstkowego konstrukcji z pracy (S3) - przez odpowiednie przeskalowanie i osobliwe przejście graniczne dla zagadnienia ciekłokrystalicznego natomiast z uzyskanych jego własności najtrudniejszy wydaje się właśnie dowód połączenia heteroklinicznego który jest przeprowadzony przy użyciu metody ruchomej płaszczyzny. Z kolei w (S6), gdzie habilitant bada wektorową wersje modelu, również z jednej strony pokazuje zbieżność do rozwiązań jedowymiarowego równania Painlevé po zmiennych $(x_2 \ldots, x_n)$ a po zmiennej x_1 (po odpowiednim przeskalowaniu) do standardowych wirowych rozwiązań równania Ginzburga–Landaua. Rozwiązanie jest otrzymane poprzez minimalizację w kulach w klasie funkcji spełniających pewne warunki symetrii, i przejście z promieniem do nieskończoności, a najtrudniejsza część rozumowania, dowód monotoniczności względem poszczególnych zmiennych jest uzyskany znów za pomocą metody ruchomej płaszczyzny.

Wyniki są niewątpliwie nowe i oryginalne. Dla rozwiązań konstruowanych w oparciu o metodę bezpośrednią habilitant bada i uzyskuje ich subtelne własności używając w tym celu pomysłowych i głębokich metod. Robi to we współpracy ze znakomitymi matematykami. Ponadto uzyskane wyniki są ciekawe zarówno od strony matematycznej jak i ze względu na fizyczną intepretacje. Jednoznacznie pozytywna ocena osiągnięcia habilitacyjnego nie budzi moich najmniejszych wątpliwości.

4. Omówienie i ocena pozostałych osiągnięć naukowych

Poza publikacjami wchodzącymi w skład osiągnięcia w autoreferacie omówione są wyniki przedstawione w monografii oznaczonej jako (S7) i trzynastu artykułów (S8)-(S20). Tematyką wspólną dla całego dorobku jest badanie własności rozwiązań zagadnień typu przejścia fazowego. Wśród współautorów sa wybitni eksperci (tacy jak N. Alikakos, M. Kowalczyk, G. Fusco) a miejsca w których habilitant zdecydował się opublikować swoje wyniki są w przeważającej większości bardzo dobre. I tak:

- Monografia (S7) z N. Alikakosem i G. Fusco dotyczy zagadnień opisanych równaniami cząstkowymi typu przejścia fazowego.
- Praca (S20) dotyczy funkcji harmonicznych na określonych dziedzinach wielokątnych spełniających mieszane warunki brzegowe.
- W pracach (S19) i (S8), podobnie jak później w (S4) konstruowane są rozwiązania zagadnienia $\Delta u = \nabla W(u)$ spełniające pewne symetrie.
- Prace (S15) i (S16) uogólniają schemat dowodowy z (S1) i (S2) do przestrzeni Hilberta, co pozwala go stosować dla równań cząstkowych.
- Praca (S18) z J. Jendrejem, bada orbity heterokliniczne dla zagadnienia wektorowego, i dowodzi ich niezdegenerowania.
- W pracy (S9) habilitant dowodzi oszacowań gradientowych dla wektorowego semiliniowego zagadnienia eliptycznego.
- Z kolei w (S10) (z P. Antonopoulosem) i w (S17) dowodzi zasady maksimum i porównawcze dla wektorowych funkcji minimum zagadnień eliptycznych.
- W pracach (S12)-(S14), których współautorami są m. in. M.G. Clerk i M. Kowalczyk bada dalej zagadnienie modelujące ciekły kryształ, rozważane w (S3).
- Natomiast w (S11) z I. Chennem i I.M. Sigalem dowodzi istnienia rozwiązań wirowych równań nadprzewodnictwa Ginzburga–Landaua.

Wyniki z pozostałego dorobku nie odbiegają poziomem od prac przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne: jest on wysoki. Współautorami są zarówno renomowani specjaliści ze światowej czołówki jak i młodzi naukowcy nad którymi habilitant sprawował opiekę. Jeśli chodzi o indeksy cytowań: według MathSciNet mamy 64 cytowania przez 42 autorów (i 11 współautorów prac habilitanta) a według Scopus 37 cytowań bez autocytowań. Liczby te nie budzą wątpliwości co do wysokiej oceny dorobku.

5. Ocena aktywności naukowej

Habilitant prezentował wyniki na 10 konferencjach naukowych lub warsztatach, w tym trzy spośród wykładów były zaproszone. Choć nie są to bardzo wysokie liczby, oceniam je jako wystarczające. Ponadto w 2013 roku współorganizował z N. Alikakosem warsztaty na Uniwersytecie w Atenach.

Zarówno w Grecji, jak i w Chile oraz obecnie w Hiszpanii, P. Smyrnelis prowadził zajęcia dla studentów. Napisał także dwa artykuły przestawiające w sposób popularny uzyskane wyniki. Był recenzentem dla uznanych czasopism matematycznych.

W dokumentacji wymienionych jest 5 grantów w których habilitant uczestniczył - był wykonawcą grantu w Grecji kierowanego przez N. Alikakosa (współfinansowanego przez ERC i grecką agencję NSRO), kierownikiem grantu podoktorskiego w Chile, wykonawca polskiego grantu Sonata BIS w IMPAN (kierownik: J. Mederski), a obecnie kieruje projektem Marie Curie Individual Fellowship w Bilbao i jest wykonawca jednego hiszpańskiego grantu (kierownik A. Zarnescu). Aktywność grantową oceniam bardzo dobrze, a szczególnie doceniam uzyskanie grantu Marii Curie.

P. Smyrnelis pracował na uczelniach w Grecji, w Chile, w Polsce, a obecnie pracuje w Hiszpanii. Na kilku uczelniach w Europie i obu Amerykach odbył krótkie pobyty naukowe. Nie mam wątpliwości że jest tu z zapasem spełniony ustawowy wymóg aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej w tym zagranicznej.

6. Konkluzja

Wyniki uzyskane przez habilitanta oceniam bardzo wysoko. Dr Panayotis Smyrnelis jest samodzielnym i twórczym matematykiem, który współpracuje z wieloma renomowanymi naukowcami. Bada w pomysłowy sposób bardzo ciekawe problemy, w swoich badaniach wchodzi głęboko w strukturę badanych zagadnień co wymaga stworzenia i dostosowania odpowiedniego podejścia matematycznego. Jego matematyczne wyniki mają potwierdzenie w eksperymentach fizycznych. Wszystkie wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego w Ustawie PSWiN z dn. 20 lipca 2021 (Dz.U. 2022 poz. 574) uważam za spełnione z dużym naddatkiem. Wobec tego zdecydowanie popieram wniosek dr Panayotisa Smyrnelisa o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie matematyka w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych.

Piotr Kalita

Elektronicznie
podpisany przez
Piotr Aleksander
Kalita
Data: 2022.03.31
11:46:22 +02'00'