

Prof. dr hab. inż. Waldemar Rachowicz  
Instytut Informatyki  
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

Kraków, 4 lutego 2019

## Opinia

dotycząca wniosku o nadanie dr hab. Bogdanowi Kaźmierczakowi tytułu naukowego profesora nauk technicznych

Podstawą formalną opracowania opinii jest pismo Dyrektora Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN prof. dr hab. inż. Tadeusza Burczyńskiego z dnia 4 grudnia 2018 roku informujące mnie o powierzeniu mi opracowanie niniejszej opinii. Do listu dołączono następujące materiały:

- Autoreferat dr hab. B. Kaźmierczaka.
- Uwierzytelnione kopie dyplomów potwierdzających doktorat i habilitację.
- Ankieta osiągnięć naukowych w okresie po habilitacji.
- Kopie 8 ostatnich artykułów Kandydata i artykuł popularno-naukowy o tematyce jego prac.
- Kopie pozostałych prac.
- Artykuły w wersji elektronicznej.

### 1. Sylwetka Kandydata

Dr hab. Bogdan Kaźmierczak ukończył studia fizyczne na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Łódzkiego w 1981 roku finalizując je pracą magisterską pt. „*Warstwa przejściowa w permalloyu*” napisaną pod opieką dr. hab. Jana Misiaka. Po dwu latach pracy jako nauczyciel fizyki Kandydat związał się zawodowo z Instytutem Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie, gdzie pracuje do dzisiaj. W 1990 roku obronił swą pracę doktorską pt. „*Warstwa przejściowa i asymptotyka rozwiązań nieliniowych równań różniczkowych typu reakcji-dyfuzji. Zastosowania w fizyce plazmy*” napisaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Zbigniewa Peradzyńskiego. Także habilitację otrzymał w rodzimym Instytucie w roku 2005.

### 2. Działalność naukowa

Dr hab. Bogdan Kaźmierczak rozpoczął swą działalność naukową w 1983 roku. Głównym obiektem jego zainteresowań był szczególny rodzaj równań różniczkowych cząstkowych a mianowicie równania reakcji-dyfuzji. Są to równania ewolucyjne, tj. uwzględniające zależność rozwiązań od czasu. Oprócz pochodnej czasowej rozwiązania zawierają wyraz dyfuzyjny drugiego rzędu, często zależny od rozwiązania, oraz wyraz źródłowy będący nieliniową funkcją rozwiązania. Ich typ określamy jako paraboliczny (lub czasem niekompletnie paraboliczny, tj. z brakiem dyfuzji niektórych składowych).

Kierunek zainteresowań dr hab. Kaźmierczaka to głównie analiza teoretyczna własności różnych rodzajów równań reakcji-dyfuzji. Wśród jej celów na pierwszym miejscu znajduje się problem istnienia i jednoznaczności rozwiązań, ich stabilność a także charakter tych rozwiązań np. regularność, monotoniczność itp. Badania teoretyczne są oparte głównie na narzędziach analizy funkcjonalnej, przy czym szczególnie często jest eksploatowane twierdzenie o funkcji uwikłanej, rachunek perturbacji oraz teoria tzw. indeksu Conleya.

Równania reakcji-dyfuzji opisują wiele zjawisk przyrody i techniki. Wśród nich można wymienić przebieg reakcji chemicznych, przejść fazowych różnych ośrodków, zjawiska chemiczno-mechaniczne w biologii i wiele innych. Szczególne znaczenie ma typ rozwiązań określany jako fala biegnąca. Są to rozwiązania, które można opisać intuicyjnie jako funkcję z wykresem o określonym kształcie, który przesuwa się jednostajnie w przestrzeni. W owym kształcie obserwuje się ograniczony obszar, gdzie funkcja jest zmienna, a poza którym jest ona praktycznie stała, przy czym wartości po obu stronach obszaru mogą być identyczne – falę nazywa się wtedy homokliniczną, lub różne – dla fali heteroklinicznej. Homokliniczne fale biegnące przedstawiają przepływ sygnału przez medium, podczas gdy heterokliniczne bogatszą rzeczywistość, a mianowicie przemieszczanie się frontu elementarnej przemiany ośrodka wywołanej różnymi warunkami w jej podobszarach. To decyduje o ich dużym znaczeniu poznawczym.

Właśnie heterokliniczne fale biegnące są centralnym obiektem w pracy badawczej Kandydata. Ich badanie prowadzi do złożonych problemów analizy funkcjonalnej, które dr. Kaźmierczak podejmował dla bardzo wielu zagadnień. Historię tych prac można przedstawić w skrócie następująco:

W okresie do 1996 roku, który obejmował pracę nad obronionym w 1990 doktoratem, Kandydat zajmował się analizą zagadnienia plazmy podtrzymywanej promieniem laserowym. Okres późniejszy do 2004 roku wypełniły prace nad uogólnieniem dotychczasowych wyników z uwzględnieniem zależności dyfuzji od stężeń składników oraz konwekcji (tj. unoszenia wraz z ruchem ośrodka). Wśród stosowanych narzędzi matematycznych pojawiła się metoda indeksu Conleya, zaś wśród zagadnień fizycznych do plazmy doszedł opis przejść fazowych płynu van der Waalsa. Od roku 2000 do analizowanych problemów dołączyły zjawiska biologiczne, takie jak opis gojenia się ran i morfogenezy skóry oraz transkrypcji łańcuchów DNA. Wyniki tych prac złożyły się na habilitację Kandydata, która została formalnie sfinalizowana w 2005 roku.

Wyplięnięcie na szerokie wody tematyki biologicznej stymulował roczny pobyt dr hab. Kaźmierczaka w 2003 roku na Uniwersytecie Notre Dame w Indianie w USA i współpraca z grupą badawczą prof. Marka Albera. Opis zjawisk biologicznych jako rozwiązań równań reakcji-dyfuzji w formie heteroklinicznych fal biegnących zdominował działalność naukową dr hab. Kaźmierczaka po habilitacji. Czas od 2005 roku to prace nad sygnalizacją wapniową w komórkach i tkankach, tj. nad modelami reakcji-dyfuzji opisującymi przepływ wap-

nia między elementami komórki. Lata 2009-2010 obejmują analizę modeli przekazywania sygnałów do wnętrza komórki z jej brzegu i problem aktywacji komórek immunologicznych. Kolejne lata 2012-2014 poświęcił Kandydat modelowaniu rozwoju asteriosklerozy w tętnicach. W końcu ostatni okres 2015-2017 zajęły badania rozwiązań fal biegnących na powierzchni sfery. Wyniki te można zastosować do modelowania zjawiska przechodzenia komórki biologicznej z jednego stanu aktywności w drugi. Do najbardziej zaawansowanych analiz z obecnego etapu badań należą propagacja fal na podobszarach dowolnego kształtu, zjawisko hematopezy tj. wytwarzania składników krwi oraz przepływ substancji przez błony półprzepuszczalne między obszarami biologicznymi o dużej dyfuzyjności.

Należy podkreślić, że wyniki teoretycznych analiz dr hab. Kaźmierczaka stanowią niezastąpioną i trudną do przecenienia weryfikację propozycji wielu modeli otrzymanych na bazie obserwacji i ogólnych przesłanek fizycznych, iż są one poprawne matematycznie i prowadzą do oczekiwanych jakościowo wyników (przykładowo że temperatura we froncie przemiany fazowej zmienia się monotonicznie). Dają tym samym innym badaczom gwarancję, że mogą kontynuować prace z tymi modelami np. w dziedzinie aproksymacji czy w innych kierunkach.

Prace dr hab. Kaźmierczaka, w szczególności w ocenianym okresie po habilitacji, ukazywały się w renomowanych czasopismach międzynarodowych. Jest ich dość duża różnorodność, trudno je wszystkie wymienić. Najbardziej prestiżowe z nich to *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences* (IF=3.415), *Scientific Reports* (IF=4.122), *PLoS Computational Biology* (IF=3.955), *Current Topics in Developmental Biology* (IF=3.19), *Journal of the Royal Society Interface* (IF=3.355) i inne.

Kandydat opublikował po habilitacji 35 artykułów (współautorskich) w czasopiśmie, z których niemal wszystkie znajdują na liście JCR. Jego obecny indeks Hirscha wynosi 12, liczba obcych cytowań 332. Wśród jego prac jedna ma około 70 cytowań, kolejna 40, kilka po około 20, wskazując że zostały wysoko ocenione przez szeroką społeczność naukową. Autor podał sumaryczny Impact Factor swych prac w ocenianym okresie jako ponad 65. Mój szacunek tej wielkości skalowanej przez liczbę autorów to ponad 20, podobnie skalowana liczba punktów wg listy ministerialnej A to ok. 390. Są to duże wskaźniki dla dziedziny, w której działa Kandydat. Liczby te jak i przedstawiona przeze mnie merytoryczna wartość prac naukowych wskazują na bardzo wysokie wyniki naukowe kandydata osiągnięte po habilitacji.

Kandydat był kierownikiem 3 trzyletnich projektów badawczych MNiSW i NCN, głównym wykonawcą w 3 innych, uczestnikiem 4 grantów międzynarodowych, w tym 3 jako koordynator. Potwierdza to jego zdolność pracy zespołowej, w szczególności w roli kierowniczej i zdolność zdobywania funduszy na badania. Dużą część swej pracy badawczej wykonał Kandydat we współpracy z naukowcami z renomowanych ośrodków zagranicznych ze wspomnianym już Uniwersytetem Notre Dame, ośrodkami na Tajwanie, we Francji i Wlk. Brytanii, co potwierdza międzynarodowe uznanie jego wyników. Znajduje też ono odbicie w pozycji

stałego recenzenta pisma *Mathematical Reviews* i 35 recenzjach dla innych czasopism z listy JCR.

### **Działalność dydaktyczna**

Osiągnięcia w pracy dydaktycznej Kandydata są z konieczności skromniejsze od naukowych ze względu na to, iż IPPT nie jest placówką typu uczelni prowadzącej regularne i masowe studia. Wśród jego działalności dydaktycznej można wymienić prowadzenie rocznego wykładu z równań różniczkowych dla doktorantów, okresowe prowadzenie seminarium instytutowego i zakładowego oraz pojedyncze wykłady specjalistyczne wygłaszane na zaproszenie różnych ośrodków naukowych.

Kandydat był promotorem jednej pracy doktorskiej mgr Michała Dyzmy obronionej w 2016 roku. Obecnie jest promotorem otwartego w 2018 roku doktoratu mgr Sławomira Bieleckiego i opiekunem naukowym pani Paramity Chatterjee MSc z Indii, która zamierza otworzyć przewód doktorski w nieodległej przyszłości.

### **Praca organizacyjna**

Kandydat był współorganizatorem 3 konferencji międzynarodowych a także wieloseesyjnego minisymposium. Jako działalność organizacyjną należy też wymienić poprzedzone niełatwą pracą „proposalową” zdobycie 3 grantów trzyletnich MNiSW i NCN oraz kierowanie zespołami wykonującymi te oraz 4 inne projekty badawcze. Kandydat był przez 4 lata członkiem Komisji Kształcenia IPPT. Dr hab. Kaźmierczak współredagował numer specjalny czasopisma *Mathematical Modelling of Natural Phenomena* w 2013 roku poświęconego tematyce jego specjalności.

### **Wnioski końcowe**

Podsumowując przedstawione powyżej osiągnięcia na polu działalności naukowej, a także dydaktycznej i organizacyjnej, należy wyrazić wysoką ocenę Kandydata jako doświadczonego naukowca. Udział składnika naukowego w tej ocenie jest dominujący ze względu na, z jednej strony, nieedukacyjny charakter jego miejsca pracy, z drugiej zaś na ograniczoną liczbę pozycji administracyjnych dających pole do pracy organizacyjnej. Kandydat jest naukowcem rozpoznawalnym i cenionym w międzynarodowej społeczności naukowej z jego dziedziny. Wyniki jego prac mają dużą wartość merytoryczną. Weryfikują one poprawność sformułowanych przez środowisko badawcze modeli zjawisk przyrodniczych z punktu widzenia poprawności matematycznej i oczekiwanych jakościowych efektów obserwacji fizycznych. Daje to innym badaczom możliwość wiarygodnego korzystania z tych modeli, np. środowisku zajmującemu się dyskretyzacją numeryczną, do którego ja sam należę. Z tych wszystkich względów uważam, że Kandydat spełnia wszystkie ustawowe a także zwyczajowe warunki do ubiegania się o tytuł profesora nauk technicznych i jego wnioski w tej sprawie z przekonaniem w pełni popieram.

W. Rachwał