

Prof. dr hab. Józef Sznajd
Instytut Niskich Temperatur
i Badań Strukturalnych PAN
Okólna 2, Wrocław

Ocena osiągnięć naukowych

dr Małgorzaty Krawczyk

w związku z postępowaniem habilitacyjnym

Dr Małgorzata Krawczyk ukończyła studia wyższe na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w 1999 r., uzyskując tytuł magistra inżyniera fizyki technicznej w specjalności fizyka medyczna. W roku 2003, po obronie rozprawy doktorskiej pt. „Dynamika łańcuchów DNA w żelu agarozowym” wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Krzysztofa Kułakowskiego, uzyskała na mocy uchwały Rady Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej, stopień naukowy doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki. Od roku 2003 kandydatka jest zatrudniona na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej AGH, aktualnie na stanowisku adiunkta w Katedrze Informatyki Stosowanej i Fizyki Komputerowej.

Na dorobek naukowy dr M. Krawczyk składa się 30 prac opublikowanych w dobrych czasopismach o szerokim międzynarodowym zasięgu oraz 4 prace wydane w materiałach konferencji znajdujących się w bazie JCR. Prace habilitantki były cytowane przez *obcych* autorów 40 razy, przy czym do najczęściej cytowanej pracy [”Mean free path and peak dispersion in the geometration motion in gel electrophoresis”, Electrophoresis 23 (2002) 182] odwoływano się 7 razy. Jak na ten etap kariery akademickiej, udokumentowany publikacjami, dorobek kandydatki jest bez wątpienia wystarczający, jakkolwiek, chociaż dotyczy bardzo intensywnie rozwijanej dziedziny, jak do tej pory, nie znalazł szerokiego oddźwięku w literaturze.

Rozprawę habilitacyjną (osiągnięcie naukowe, zgodnie z nomenklaturą ustawy) stanowi 8 prac oryginalnych opublikowanych w latach 2008-2015 m.in. w PRE (1), Computer Physics Communications (1) i Phys. Lett. A (1). We wszystkich przedstawionych jako cykl habilitacyjny pracach dr M. Krawczyk jest jedynym autorem, co zwalnia recenzenta od wymuszonej bezsensowną ustawą, analizy wkładu habilitantki w ich powstanie.

Tytuł osiągnięcia naukowego dr Krawczyk, „*Struktura i symetrie sieci złożonych*”, brzmi

raczej jak tytuł monografii, która biorąc pod uwagę liczbę prac opublikowanych na temat sieci złożonych (ponad 250 000 w ostatniej dekadzie, a 57 000 w ostatnim roku wg Web of Science) musiałaby być bardzo obszerna. W istocie przedmiotem badań habilitantki jest zastosowanie jednej z możliwych metod do analizy struktury modularnej sieci oraz zbadanie możliwości redukcji rozmiaru sieci za pomocą wyznaczenia, zaproponowanych przez habilitantkę, klas stanów.

W dwóch pierwszych pracach cyklu habilitacyjnego dr M. Krawczyk testuje, zaproponowaną we wcześniejszej nieopublikowanej pracy [Krawczyk M.J., Kułakowski K., arXiv:0709.0923], metodę znajdowania struktury modularnej sieci (identyfikacji społeczności) opartą na równaniach różniczkowych dla sztucznie wygenerowanych sieci. Wprawdzie od 2002 r. badania sieci złożonych cieszą się ogromnym zainteresowaniem jednakże identyfikacja społeczności w takich sieciach jest ciągle otwartym problemem m.in. dlatego, że nie istnieje precyzyjna definicja modułu czy społeczności w sieci i przyjmuje się, że moduł ten tworzy podzbiór węzłów, które są silniej związane ze sobą niż z resztą sieci. Istotnym problemem jest również jakość przybliżenia użytego do identyfikacji społeczności, związana przede wszystkim z czasem obliczeń. Tym bardziej celowe staje się testowanie dostępnych metod wyznaczania społeczności dla różnych rodzajów sieci, zwłaszcza w przypadkach gdy społeczności te różnią się rozmiarami. W pracy oznaczonej literą a) autorka stosuje wspomnianą wyżej metodę opartą na równaniach różniczkowych do odtworzenia podziału na społeczności w sztucznie wygenerowanej w pełni połączonej sieci o znanej strukturze, a w pracy b) w sieci, w których część wiązań została usunięta. W obu przypadkach próbne sieci składają się wyjściowo z rozłącznych modułów, do których macierzy połączeń autorka wprowadza szum. Obok amplitudy szumu metoda użyta przez dr Krawczyk zawiera parametr progowy, którego wartość wybierana jest arbitralnie. W przedstawionych pracach autorka testuje swoją metodę dla kilku wartości parametru progowego i stwierdza, że dla optymalnego wyboru tego parametru zaproponowana metoda prowadzi do wyników nie gorszych niż powszechnie akceptowana metoda Newmana, nawet dla dużych wartości szumu. W pracy b) kandydatka stwierdza, że również dla sieci, w których część wiązań usunięto, otrzymane przez nią wyniki są nie gorsze a w niektórych przypadkach lepsze od otrzymanych przy pomocy dwóch innych powszechnie używanych algorytmów. Do problemu identyfikacji społeczności wraca dr M. Krawczyk jeszcze w pracy h), gdzie bada dwie struktury fraktalne, trójkąt Sierpińskiego i krzywą Kocha. Stosując zaproponowaną wcześniej metodę równań różniczkowych autorka

pokazuje, że metoda ta pozwala wskazać węzły, które należą do dwóch różnych społeczności.

W pozostałych pracach cyklu habilitacyjnego dr M. Krawczyk formułuje, a następnie stosuje do badania różnych układów, metodę analizy przestrzeni stanów, redukując rozmiar tej przestrzeni poprzez podział wszystkich stanów na klasy stanów. Traktując przestrzeń stanów jako sieć, której węzły reprezentują poszczególne stany, a połączenia możliwe przejścia pomiędzy stanami, autorka dzieli wszystkie stany na klasy stanów z tą samą strukturą połączeń. Pozwala to na konstrukcję zredukowanego grafu, w którym każdy węzeł reprezentuje jedną klasę stanów. Zaproponowana metoda może być stosowana jedynie do małych układów, to i raczej hermetyczny sposób redagowania prac jest prawdopodobnie przyczyną, że omawiane prace, jak do tej pory nie spotkały się z zainteresowaniem innych badaczy i nawet dwie prace, otwierające tematykę, opublikowane w latach 2010 i 2011 nie mają wg bazy Web of Science ani jednego obcego cytatu.

W pracy c) habilitantka analizuje przestrzeń stanów podstawowych antyferromagnetycznych modeli Isinga i trzystanowego modelu Potts'a na trzech sieciach: trójkątnej, Archimedes'a ($3, 12^2$) i kubicznej Laves'a C15. Autorka pokazuje m.in., że dla modelu Isinga na sieci trójkątnej o rozmiarze $N=25$ i dla modelu Potts'a na sieci C15 możliwe są jednospinowe przejścia pomiędzy stanami podstawowymi z zachowaniem energii. W obu przypadkach, ze względu na symetrię badanych sieci, zaproponowana przez autorkę metoda podziału na klasy stanów prowadzi do istotnej redukcji rozmiarów układów. W pracy d) dr Krawczyk ponownie bada model Isinga na sieci trójkątnej dla $N=25$ i 36 oraz model ronda z trzema drogami dojazdowymi i trzema wyjazdowymi, pokazując że w każdym przypadku zaproponowana przez nią metoda prowadzi do istotnej redukcji badanych układów.

W kolejnej pracy e) habilitantka rozszerza swoje badania na procesy nierównowagowe i stosuje metodę redukcji przestrzeni stanów do analizy przestrzeni stanów cząsteczki polimeru. Autorka rozważa cząsteczkę swobodną, poruszającą się w ośrodku porowatym oraz w zewnętrznym polu elektrycznym na sieci kwadratowej. W każdym przypadku liczba klas stanów jest mniejsza od liczby stanów chociaż w obecności łamiącego symetrię pola ta redukcja jest oczywiście znacznie mniejsza niż w przypadku bez pola. Zastosowany formalizm pozwala wyznaczyć prędkość cząstki, współczynnik dyfuzji oraz czas relaksacji do i ze stanów pochłaniających. Wyniki dla zredukowanej przestrzeni stanów są jakościowo zgodne z tymi dla układu oryginalnego. W przypadku czasu relaksacji użyta metoda ma

charakter przybliżony i czasy relaksacji jako funkcje pola elektrycznego dla obu układów różnią się od siebie, jakkolwiek ich jakościowy przebieg jest podobny. W pracy f) dr M. Krawczyk pokazuje na przykładzie pierścienia Hubbarda, że zaproponowana przez nią metoda redukcji przestrzeni stanów może być użyta również do układów kwantowych.

Na dorobek dr M. Krawczyk nie wchodzący do rozprawy habilitacyjnej, a opublikowany po uzyskaniu stopnia doktora składa się 13 prac, które ukazały się w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu m.in. w Phys. Rev. B, Physica A, IJMP C czy Acta Physica Polonica. Tematyka tych prac jest różnorodna i dotyczy modelowania sieci polimerowych, badania własności magnetycznych dwuwymiarowego modelu Isinga z oddziaływaniami antyferromagnetycznymi czy modelowania układów komunikacyjnych, badania procesów społecznych i analizy struktury sieci społecznych.

Wyniki swoich badań przedstawiała również dr Krawczyk na międzynarodowych konferencjach naukowych na 6. w Polsce, Finlandii, Włoszech i Wielkiej Brytanii w formie ustnych wystąpień i na 21. w formie plakatów. Za swoją działalność naukową została wyróżniona nagrodami Rektora AGH, dwukrotnie indywidualną i sześciokrotnie zespołową. Była członkiem komitetów organizacyjnych dwóch międzynarodowych i jednej krajowej konferencji naukowej, organizatorem seminariów, członkiem komisji bibliotecznej i Rady Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej AGH. Zgodnie z przedstawioną dokumentacją odbyła tylko dwa kilkudniowe staże na uniwersytetach w Halle i Wiedniu.

Jako nauczyciel akademicki prowadziła zajęcia dydaktyczne z podstaw informatyki i metod numerycznych dla studentów Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH i fizyki dla studentów Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH. Była promotorem 6. prac magisterskich i recenzentem w 16. przewodach magisterskich i dyplomowych. Recenzowała również prace przedstawione do druku w czasopiśmie naukowych, Physics Letters, Physica A, EPJ B i Modern Physics Letters B.

Dr Małgorzata Krawczyk jest niewątpliwie samodzielnym pracownikiem naukowym o znaczącym dorobku publikacyjnym przedstawionym w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu. W pracach składających się na rozprawę habilitacyjną nie ma wielu spektakularnych wyników, które znalazłyby miejsce w literaturze, ale też większość prac kandydatki ma charakter metodologiczny. Autorka zaproponowała oryginalne metody analizy struktury modularnej sieci złożonych oraz redukcji przestrzeni stanów. Istotną wartością prac kandydatki jest rzadkie połączenie biegłości w prowadzeniu symulacji komputerowych z umiejętnością formułowania oryginalnych idei. Wydaje się, że powodem

dla których prace te nie znalazły większego uznania jest sposób prezentacji wyników, który powoduje że są one trudne do czytania dla niespecjalistów. Dr M. Krawczyk ma zadowalające osiągnięcia dydaktyczne i przeciętne organizacyjne. Niestety, jak do tej pory, nie odbyła żadnego dłuższego stażu w zagranicznym ośrodku naukowym.

Reasumując, uważam, że dorobek dr M. Krawczyk spełnia wymagania ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom habilitacyjnym i popieram wniosek o nadanie dr Małgorzacie Krawczyk stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka.

Wrocław, 17.02.2016

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a long horizontal stroke extending to the right.