



UNIwersytet Gdański



Prof. dr hab. Danuta Makowiec

Institute of Theoretical Physics and Astrophysics, Gdańsk University

80-952 Gdańsk, ul. Wita Stwosza 57, tel./fax.: (+48) 58 523 2056  
tel. (+48) 58 523 2466, e-mail: [fizdm@ug.edu.pl](mailto:fizdm@ug.edu.pl)

<http://www.fizdm.strony.ug.edu.pl/ME>

Gdańsk, 30 listopad 2015

### Recenzja

osiągnięć naukowych, organizacyjnych i dydaktycznych

Pani dr hab. Katarzyny Sznajd-Weron

w związku z postępowaniem o nadanie tytułu naukowego profesora.

W oparciu o dostarczoną mi dokumentację obejmującą

- autoreferat wraz z ankietą oceny osiągnięć naukowych,
- kwestionariusz osobowy,
- kopie dyplomów doktorskiego i habilitacyjnego,
- kopie 10 publikacji po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego.

oraz ustaleń własnych, **stwierdzam**, że osiągnięcia naukowe Pani dr hab. Katarzyny Sznajd-Weron znacznie przekraczają wymagania stawiane w postępowaniu habilitacyjnym. Ponadto, Pani dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron posiada doświadczenie w kierowaniu zespołami badawczymi realizującymi projekty krajowe i międzynarodowe oraz posiada osiągnięcia w opiece naukowej. Jest ona naukowcem znanym zarówno w kraju, jak i w światowym środowisku naukowym. Tym samym Pani dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron spełnia wszystkie wymagania ustawowe (Art. 26, *Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*, DzU z dnia 22.11. 2014, poz. 1852) stawiane kandydatom przy ubieganiu się o tytuł naukowy profesora. Dlatego uważam, że wniosek o nadanie jej tytułu profesora nauk fizycznych jest bardzo dobrze uzasadniony i wniosek ten gorąco popieram. Poniżej, kolejno uzasadniam swoje stanowisko.

## **Sylwetka Kandydatki**

Dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron przez większość swej naukowej działalności była związana z Instytutem Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Wrocławskiego. Pierwsze prace Kandydatki (w tym doktorat w 1998 roku przygotowany pod opieką Profesora Andrzeja Pękalskiego) poświęcone były modelowaniu ewolucji biologicznej. Przełomowa dla jej dalszego rozwoju naukowego stała się praca z 2000 roku (napisana wspólnie z ojcem prof. Józefem Sznajdem) proponująca opis specyficznych interakcji międzyludzkich –konformizmu, w języku i geometrii spinów Isinga. Na sukces zaproponowanego tam modelu złożyła się prostota i trafność propozycji, a także bogactwo wyników konsekwentnie i wnikliwie opisywanych w tym i dalszych opracowaniach. Model pozostaje w ścisłej relacji z koncepcjami i problemami diskutowanymi zarówno w psychologii jak i w socjologii. Wspomniana praca ma ponad 500 cytowań, a model w niej zaproponowany jest znany jako model Sznajdów.

Obok zainteresowań interdyscyplinarnych dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron stale prowadziła badania nad układami spinów Isinga. Badania te podsumowała w 2006 roku rozprawą habilitacyjną „*Nowa lokalna dynamika w układzie spinów isingowskich*” przedstawioną Radzie Naukowej Instytut Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Wrocławskiego.

## **Ocena osiągnięć naukowych**

*Dorobek naukowy* dr hab. Katarzyny Sznajd-Weron przypada w całości na teoretyczną fizykę statystyczną. W szczególności skoncentrowany jest na zastosowaniu koncepcji i metod fizyki statystycznej w innych dziedzinach naukowych, początkowo w biologii, a następnie i głównie w socjologii, chociaż Kandydatka ma także prace ekonomiczne.

Model Isinga pozostaje od lat laboratorium metod i koncepcji równowagowej i nierównowagowej fizyki statystycznej. Temperatura zera to dla jednowymiarowego łańcucha spinów punkt krytyczny, czyli punkt spontanicznego pojawienia się długozasięgowych korelacji. Poprzez tzw. kinetyczne modele Isinga od lat badane są mechanizmy osiągania tych własności. Stąd też zero-temperaturowa kinetyka jest szczególnie interesująca dla problemów fizyki statystycznej. W przybliżeniu zerowej temperatury układ termodynamiczny staje się specyficznym probabilistycznym automatem komórkowym. Takie podejście pozwala na dodatkową swobodę w operowaniu parametrami reguły rządzącej dynamiką automatu takimi jak: otoczenie reguły, stochastyka w regule, czy metoda aktualizacji stanu systemu. To następnie umożliwi wnikliwe badanie podstawowych koncepcji statystycznej fizyki równowagowej, czyli własności przejścia fazowego i jego klasy uniwersalności.

Ograniczenie wpływu szumu temperaturowego często umożliwia konfrontowanie wyników symulacyjnych z przybliżeniami uzyskiwanymi analitycznie.

Na dorobek publikacyjny dr hab. Katarzyny Sznajd-Weron składają się 43 artykuły opublikowane w czasopismach z listy filadelfijskiej. 21 prac zostało napisanych po uzyskaniu habilitacji. Prace te mają ponad 900 cytowań (bez autocytowań). Wszystkie prace zostały opublikowane w czasopismach z wysokim Impact Factor [np.: Phys.Rev.E (14), Europhysics Lett. (3), J.Stat.Phys.(3), Physica A(9), Int.J.Mod.Phys.C (4)].

Jako główne swoje dokonanie po uzyskaniu habilitacji Kandydatka podaje 10 prac. Tematyka tych prac koncentruje się wokół własności termodynamicznych jednowymiarowych łańcuchów spinów Isinga w zerowej temperaturze. Wszystkie prace są głęboko przemyślane i doskonale zredagowane. Mają jasno postawiony problem do rozwiązania, wyczerpująco jest przedstawiona dyskusja wyników uzyskanych przez innych badaczy i jednoznacznie jest opisane proponowane rozwiązanie. Omówię krótko te publikacje, jako że są istotne dla prowadzonego postępowania.

W pracy [0] Kandydatka zbadała wpływ warunków mikroświata (postaci reguły, topologii sąsiedztwa, metody aktualizacji stanu) na ustalenie się jednorodnego stanu końcowego (wszystkie spiny  $+1$ ) w układzie zero-temperaturowym spinów Isinga. W szczególności zbadany został problem równoważności reguły Glaubera (klasycznej dynamiki rozważanej powszechnie w spinowych układach termodynamicznych) i reguły wynikającej z modelu Sznajdów. W ocenie problemu posłużono się tzw. prawdopodobieństwem wyjścia, czyli funkcją prawdopodobieństwa uzyskania stanu jednorodnego z dowolnej losowej konfiguracji początkowej o frakcji  $p$  spinów w stanie  $+1$ . Badania innych autorów sugerowały, iż dla sieci o wymiarze większym niż jeden prawdopodobieństwo wyjścia w obu modelach jest funkcją schodkową o skoku w  $p=1/2$ . Metodą symulacji Monte Carlo, Kandydatka pokazała, iż w szczególnym przypadku zerowego prawdopodobieństwa obrotu spinu w sytuacji, gdy sąsiedzi nie wskazują na stan większościowy, porównywane dynamiki Glaubera i Sznajdów prowadzą do makroskopowo różnych stanów.

W pracy [1] dla nieco zmodyfikowanej (Monte Carlo równoważnej) reguły modelu Sznajdów udało się dr hab. Katarzynie Sznajd-Weron uzyskać przybliżenie dla ewolucji potraktowanej jako nieskończony łańcuch Markowa. Wielopunktową hierarchię funkcji korelacji przybliżyła

Kandydatka funkcjami dwupunktowymi, co umożliwiło oszacowanie kluczowych własności termodynamicznych: magnetyzacji stanu stacjonarnego oraz prawdopodobieństwa wyjścia. Uzyskane analitycznie wyniki i rezultaty z symulacji pokrywają się.

W pracy [2] Kandydatka podjęła badania nad własnościami krytycznymi w modelu probabilistycznych automatów komórkowych (aktualizacja stanów była prowadzona synchronicznie) z ewolucją rządzoną uogólnioną klasą zero-temperaturowej reguły Glaubera. Metody analityczne (przybliżenie średniego pola) i symulacje Monte Carlo pozwoliły Kandydatce przypisać własności krytyczne modelu, nieciągłemu przejściu fazowemu zachodzącemu pomiędzy fazą ferromagnetyczną i antyferromagnetyczną.

W pracy [3] Autorzy zbadali własności krytyczne w systemach łańcucha, sieci kwadratowej i grafu zupełnego spinów Isinga ewoluujących z regułą modelującą zachowania konformistyczne (regułą Sznajdów), losowo z prawdopodobieństwem  $p$  przełączaną na regułę niezależności. Traktując parametr  $p$  jako parametr temperaturowy, poprzez symulacje a także w obliczeniach analitycznych, określono jego wartość krytyczną a także wyznaczono inne krytyczne charakterystyki.

W pracy [4] obliczono prawdopodobieństwo wyjścia (metodą pola średniego) w układzie spinów Isinga ewoluujących zgodnie z regułą Sznajdów, lecz na losowo modyfikowanym sąsiedztwie w każdym kroku (model tzw.  $q$ -wyborcy). Znalezione zależności analityczne okazały się doskonale opisywać własności układu obserwowane w symulacji MC.

Jako że istnienie nieciągłego przejścia fazowego w łańcuchu spinów Isinga, ujawniającego się przy szczególnej postaci zero-temperaturowej reguły Glaubera w granicy synchronicznej aktualizacji stanów spinów, zostało zakwestionowane przez innych badaczy, w pracy [5] ponownie zmierzono się z tym tematem. Skrupulatnie zbadano i wyznaczono trzy podstawowe charakterystyki przejścia nieciągłego: skok parametru porządku, koegzystencję faz i cykl histerezy, potwierdzając swój uprzednio uzyskany rezultat.

W pracy [6] Autorzy jeszcze raz zajęli się problemem własności krytycznych obserwowanych w modelu  $q$ -wyborcy działającego w topologii grafu zupełnego i gdzie niezależność jednostki wyznacza poziom temperatury „społecznej”. Rozważania analityczne oraz symulacje

pokazały, iż własności krytyczne silnie zależą nie tylko od rozmiaru sąsiedztwa (spodziewany efekt), ale też i od szczegółów stosowanej reguły.

Praca [7] to artykuł przeglądowy zbierający doświadczenia i wyniki badań Kandydatki i jej doktoranta dr Piotra Nyczki nad różnymi dynamikami rozważanymi w tzw. agentowych modelach społecznościowych służących modelowaniu zachowań społecznych. Artykuł został przygotowany na zaproszenie edytora specjalnego wydania *Journal of Statistical Physics* pod tytułem *Statistical Mechanics and Social Science*. Praca ta jest doskonałym wprowadzeniem i przeglądem koncepcji fizyki statystycznej stosowanych w analizie systemów społecznych.

W pracy [8] zanalizowano (analitycznie i poprzez symulacje) prawdopodobieństwo wyjścia w modelu  $q$ -wyborcy zaimplementowanego na sieci małego świata Watts-Strogatza. W szczególności wyznaczono zależność własności krytycznych prawdopodobieństwa wyjścia od topologii sieci.

Praca [9] to głos w debacie prowadzonej pomiędzy psychologami i socjologami na temat tego co bardziej determinuje postępowanie jednostki: jego osobowość czy aktualne okoliczności, i dalej, jak to wpływa na własności całej społeczności. Autorzy, metodą symulacji pokazali, że stany makroskopowe tego układu krytycznie zależą od stopnia niezależności (osobowości) jednostek tej społeczności.

*Współpracę zagraniczną* kandydatki oceniam bardzo wysoko. O międzynarodowym uznaniu dla dr hab. Katarzyny Sznajd-Weron może świadczyć uzyskane przez nią w 2007 roku prestiżowe wyróżnienie *Young Scientists Award for Socio-Econophysics* przyznawane corocznie przez Niemieckie Towarzystwo Fizyczne za “outstanding original contributions that use physical methods to develop a better understanding of socio-economic problems” . Rozległe kontakty zagraniczne Kandydatki, połączone z uznaniem dla osiągnięć naukowych, zaowocowały 16 zaproszeniami do wygłoszenia wykładów konferencyjnych. Jedenaście spośród nich było zaproszeniami na konferencje zagraniczne.

Dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron jest stałą recenzentką w najbardziej prestiżowych czasopismach fizyki takich jak *Physical Review Letters*, *Physical Review E* czy *Physica A*.

### *Podsumowanie*

*Jak z powyższego wynika, w okresie po habilitacji Kandydatka istotnie powiększyła swój dorobek naukowy, publikując ważne prace w dziedzinie fizyki statystycznej oraz układów złożonych, które uzyskały oddźwięk międzynarodowy.*

### **Ocena osiągnięć w kierowaniu zespołami naukowymi i organizacyjnymi**

Dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron kierowała trzema projektami badawczymi NCN. Była także i jest (część projektów jest w realizacji) głównym wykonawcą w czterech grantach badawczych (dwa granty typu OPUS NCN z nauk społecznych).

Była kierownikiem grantu promotorskiego pani dr Sylwii Krupy. Obecnie jest opiekunem dr Anny Chmiel w grantie badawczym na staż doktorski.

W latach 2009-2013 Kandydatka była Kierownikiem Zakładu Układów Złożonych i Dynamiki Nieliniowej, a w latach 2012-2013 dodatkowo kierowała pracami Katedry UNESCO Badań Interdyscyplinarnych. W tym czasie nadzorowała zarówno pracę seminarium zakładowego, a później także seminarium katedry UNESCO.

Wielokrotnie Kandydatka organizowała lub współorganizowała międzynarodowe konferencje naukowe.

### **Ocena osiągnięć w kształtowaniu nowych kadr i dydaktycznych**

Dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron wypromowała dwóch doktorów. Trzeci przewód doktorski został otwarty w 2013 roku. Ponad 20 razy była opiekunem prac magisterskich i licencjackich. Czterokrotnie była recenzentką w przewodach doktorskich. Wielokrotnie była recenzentką prac magisterskich.

Kandydatka cyklicznie prowadziła na Wydziale Fizyki i Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego wykłady i ćwiczenia dla studentów fizyki z modelowania komputerowego, a także z fizyki statystycznej oraz z teorii przejść fazowych i zjawisk krytycznych. W ostatnich latach (pracując już na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki

Wrocławskiej) prowadziła, między innymi, zajęcia w języku angielskim: Statistical Physics Modern Theory of Phase Transitions oraz Phase Transitions in Complex Systems.

Dr hab. Katarzyna Sznajd-Weron silnie zaangażowana jest w popularyzację fizyki. Wygłosiła wiele wykładów o poziomach o różnym stopniu zaawansowania, zarówno dla studentów zgromadzonych w kole naukowym Nabla Politechniki Wrocławskiej, jak dla słuchaczy uniwersytetu trzeciego wieku na Uniwersytecie Wrocławskim.

### **Podsumowanie**

Badane przez dr hab. Katarzynę Sznajd-Weron i grupę jej współpracowników modele są nazywane modelem-zabawki (toy-models). Przez to uważane bywają jako dalekie od modeli rzeczywistych. Niemniej często jedynie przy tak uproszczonym podejściu jesteśmy w stanie weryfikować i rozwijać koncepcje opisu zjawisk ujawniających się w układach złożonych. Kandydatka z sukcesem adaptuje i rozwija uniwersalne koncepcje fizyki statystycznej w opisie (zarówno teoretycznym, jak i poprzez symulacje komputerowe) zjawisk krytycznych rozwijających się w układach złożonych przybliżających ferromagnetyczne systemy termodynamiczne, czy też w badaniach interdyscyplinarnych.

Za najważniejsze osiągnięcie naukowe dr hab. Katarzyny Sznajd-Weron uważam wykorzystanie termodynamicznych koncepcji typu pojęcie prawdopodobieństwa wyjścia, czy czasu wyjścia w opisie zjawisk zachodzących w układach złożonych typu automaty komórkowe ewoluujących z różnymi wariantami reguły głosowania większościowego, zaprojektowanych w różnych topologiach. Przekładając natomiast oddziaływania ferromagnetyczne na zjawiska konformistyczne w interakcjach międzyludzkich, dr hab. Sznajd-Weron z wielkim sukcesem wprowadziła swoje wyniki w problematykę nauk społecznych.

*Janek Maliniec*