

prof. dr hab. Wiesław Leoński
Wydział Fizyki i Astronomii
Uniwersytet Zielonogórski
ul. Prof. Z. Szafrana 4a
65-516 Zielona Góra
tel.: 603-611-706

Zielona Góra, 12 stycznia 2024r.

Ocena osiągnięcia naukowego i dorobku Pana dr. Waldemara Kłobusa w postępowaniu habilitacyjnym

Informacje ogólne o Kandydacie

Pan dr Waldemar Kłobus ukończył studia magisterskie na kierunku fizyka (specjalność fizyka teoretyczna) na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, pod kierunkiem prof. dr. Hab. Stanisława Robaszkiewicza. Tytuł jego pracy magisterskiej to „Uporządkowania magnetyczne i ładunkowe oraz separacja faz w rozszerzonym modelu Hubbarda”.

Stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk fizycznych w zakresie fizyki Kandydat uzyskał również na Wydziale Fizyki UAM. Promotorem w przewodzie doktorskim był prof. dr hab. Andrzej Grudka, a tytuł rozprawy to „Wybrane własności korelacji w mechanice kwantowej i ogólnych teoriach probabilistycznych”.

Pan dr Kłobus był zatrudniony w okresie 04.2012 – 11.2014 na Wydziale Fizyki UAM jako asystent naukowo-badawczy. Następnie (12.2014 – 12.2016), w ramach stażu podoktorskiego był asystentem naukowym na tym samym wydziale. Dalej (01.02.2018 – 31.01.2021), był zatrudniony jako adiunkt (w ramach stażu prodoktorskiego) w Instytucie Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego. Począwszy od 1.02.2021 do chwili obecnej, dr Kłobus pracuje jako adiunkt na etacie naukowo-dydaktycznym w tym samym miejscu.

Ocena przedstawionego osiągnięcia naukowego

Na osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego Pana Waldemara Kłobusa składa się cykl siedmiu prac (oznaczonych przez Kandydata jako H1-H7). Tytuł tego cyklu to *Analiza układów złożonych i wpływu nieklasycznych korelacji na ich własności*. Artykuły te są pracami wieloautorskimi, jednak na podstawie oświadczeń współautorów można stwierdzić, że wkład Habilitanta do tych prac był znaczący jeśli nie dominujący (dr Kłobus jest pierwszym współautorem na liście w 6-u z nich, a w jednej jest wymieniony na drugim miejscu – listy autorów nie były przedstawione w porządku alfabetycznym). Prace z omawianego cyklu zostały opublikowane w wiodących i uznanych czasopismach międzynarodowych – Phys. Rev. A (x3), Phys. Rev. E, New Journal of Physics, Foundations of Physics, The European Physical Journal D. Na dzień 10.01.2024, baza Web of science podaje, że prace te były cytowane 21 razy. Biorąc pod uwagę krótki czas życia tych prac, należy uznać ten wynik za przyzwoity.

Prace stanowiące oceniane osiągnięcie naukowe koncentrują się głównie wokół tematyki związanej z korelacjami kwantowymi. Autor postawił sobie za zadanie poszerzenie wiedzy na temat natury korelacji w wielocząstkowych układach złożonych, efektów dotyczących tych korelacji oraz ich powiązania z ograniczeniami pozakwantowymi. W pracy [H1] (wg oznaczeń użytych w autoreferacie) rozważany był potencjał komunikacyjny układu trójcząstkowego, jako efekt łamania relacji monogamii. Pokazano tam w jaki sposób można stworzyć kanał komunikacyjny, który pozwalałby na przesyłanie klasycznej informacji w przypadku łamania monogamii. Praca [H2] dotyczy zagadnień związanych z pomiarem kwantowym. Przedstawiono tam ilościowy opis nieoznaczoności pomiaru jako kompromis między informacją, którą można uzyskać w procesie pomiaru obserwabli a zaburzeniem układu powodowanym przez proces pomiaru. Co jest interesujące, w pracy ilościowo pokazano, że zaburzenie spowodowane pomiarem nie tylko zależy od ilości informacji uzyskanej w pierwszym pomiarze, ale również jest zależne od siły wzajemnych korelacji, które zostały scharakteryzowane poprzez stopień łamania odpowiedniej nierówności Bella. Pokazuje to, że w przypadku układów wielocząstkowych nieoznaczoność pomiarową można określić jako efekt siły wzajemnych korelacji, niezależnie od przyjętego formalizmu kwantowego. W dalszej kolejności, w pracy [H3] zaproponowano nową miarę zależności

między podukładami, stosowaną dla układów wielocząstkowych. Miarę tę nazwano *współzależnością* i zdefiniowano jako zysk informacyjny uzyskiwany w efekcie kooperacji przez grupę osób, współdzielącą układ wielocząstkowy względem innego skorelowanego z nimi układu. Pokazano tam, że miara ta charakteryzuje zależności między podukładami inne niż splątanie kwantowe. Dzieje się tak pomimo faktu, że w określonych przypadkach zaproponowana miara wykazuje charakter świadka splątania kwantowego stanów mieszanych. Ponadto, pokazano też, że *współzależność* wykazuje duży potencjał aplikacyjny. Praca [H4] pokazuje, że w przypadku prawdziwie wielocząstkowo splątanych stanów o wyższej wymiarowości, możliwe jest zerowanie N -cząstkowych elementów tensora korelacji. Autorzy pracy podają tu również przykład stanów mieszanych, dla których N -cząstkowe elementy tensora korelacji są zerowane, choć stany te są prawdziwie wielocząstkowo splątane. Prowadzi to do wniosku, że dla N -kubitowych stanów mieszanych nie istnieją prawdziwe kryteria splątania wielocząstkowego oparte o N -cząstkowe elementy tensora korelacji. W pracy [H5] analizowano pytanie jaka jest największa czystość stanu, jaką może mieć k -jednorodny stan N -cząstkowy układu dla określonej liczby cząstek N . Autorzy przedstawiają ogólną metodę konstrukcji stanów k -jednorodnych wykorzystującą wielocząstkowe macierze Pauliego (generatory) znajdując jawne postaci tych ostatnich dla przypadków $n \leq 6$ kubitów. Pokazali oni, że uzyskane stany wykazują silne własności nieklasyczności takich jak splątanie kwantowe czy też łamanie nierówności Bella. Praca [H6] dotyczy problemu określenia stopnia splątania kwantowego dla układów o wysokiej wymiarowości. Zaproponowano tam metodę pozwalającą na wyznaczenie splątania, opartą o oddziaływanie badanego układu z innym i przepływem splątania pomiędzy tymi układami. Ostatnia z prac stanowiących cykl przedstawiony przez dr. Waldemara Kłobusa, jest w pewnym sensie uzupełnieniem prac poprzednich [H1-H6] i dotyczy zagadnień związanych z zachowaniem chaotycznym układów N -kubitowych dla dużych wartości N . Analizowana jest tam dynamika pojedynczego kubitów otrzymanego za pomocą redukcji układu N -kubitowego oddziałujących spinów, gdzie każdy z nich został poddany działaniu tłumienia amplitudowego. W pracy pokazano, że wraz ze zmianą wartości parametru tłumienia, badany układ przejawia dynamikę o zróżnicowanym charakterze. Przykładowo, pojawia się tam efekt bifurkacji wraz z przechodzeniem do chaosu wg scenariusza Feigenbauma. Należy w tym

miejscu podkreślić, że Autorzy omawiają tu zredukowany układ kwantowy zachowujący się jak klasyczny układ chaotyczny.

Na końcu, chciałbym zwrócić uwagę na wynik uzyskany w pracy [H3]. Ma on duży potencjał aplikacyjny dla przyszłych badań związanych z korelacjami kwantowymi. Należy w tym miejscu podkreślić, że zaproponowane i omawiane przez Kandydata idee mogą mieć zastosowanie w badaniach związanych nie tylko z badaniami fundamentalnymi dotyczącymi mechaniki kwantowej, ale również z aplikacjami związanymi z szeroko rozumianą kwantową teorią informacji. Przedstawione przez Habilitanta prace [H1-H7] oraz zawarte tam wyniki, stanowią faktycznie znaczące osiągnięcie naukowe na poziomie światowym.

Ocena innej aktywności naukowej

W złożonym autoreferacie Pan dr Waldemar Kłobus wymienia 24 prace (13 z nich zostało opublikowanych po doktoracie) opublikowane w czasopismach recenzowanych, których jest współautorem. Siedem z nich zostało wymienionych jako oceniane osiągnięcie naukowe. Kandydat wskazuje, że wg bazy danych Web of Science całkowita liczba cytowań wynosi 300 (285 bez auto cytowań), natomiast H-indeks wynosi 10. Są to dane na dzień 1.08.2023. Po sprawdzeniu tych danych w dniu 10.01.2024 mamy odpowiednio: 324 cytowania (308 bez autocytowań) oraz H-indeks=11. Widać tu znacząco rosnącą w czasie liczbę cytowań prac Kandydata, co prowadzi do wniosku, że badania prowadzone przez dr. Kłobusa lokują się w światowym nurcie badań nad korelacjami kwantowymi oraz spotkały się one z dużym odzewem ze strony środowiska naukowego.

Dr Kłobus w okresie przed doktoratem był współautorem 11-u komunikatów konferencyjnych na konferencjach międzynarodowych. Natomiast po uzyskaniu stopnia doktora wygłosił 10 referatów na konferencjach międzynarodowych w tym 9 poza granicami kraju (w Czechach Austrii, Korei Południowej, Japonii, Hiszpanii oraz na Tajwanie, Węgrzech, Słowacji). Ponadto, wygłosił on dwa referaty na zaproszenie na seminaria w IFT Uniwersytetu Warszawskiego oraz Instytucie Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach. Uzyskał też trzy nagrody za swoje osiągnięcia. Były to: zespołowa Nagroda Rektora UAM II stopnia (2013), Stypendium Miasta Poznania dla młodych badaczy



z poznańskiego środowiska naukowego (2013) oraz Indywidualna Nagroda Rektora Uniwersytetu Gdańskiego II stopnia (2022)

Kandydat odbył też krótsze staże badawcze w Nanyang Technological University (Singapur), Ludwig-Maximilians-Universität München (Niemcy), IF Uniwersytetu Jagiellońskiego, Institute for Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, Debreczyn, (Węgry), Institute for Quantum Science and Technology, University of Calgary, (Kanada). Świadczy to dobrze o aktywności międzynarodowej Kandydata.

Ocena aktywności dydaktycznej, popularyzatorskiej i organizacyjnej oraz współpracy międzynarodowej

Aktywność grantową dr. Kłobusa należy ocenić jako wystarczającą. Był on wykonawcą w trzech grantach międzynarodowych (jeden przed doktoratem) – projekty Beethoven oraz QOLAPS (x2). Oprócz tego był wykonawcą w dwóch grantach krajowych przed uzyskaniem stopnia doktora. Były to granty Maestro (NCN) oraz grant badawczy finansowany przez MNiSW.

Dr Waldemar Kłobus był recenzentem prac w takich czasopismach jak Physical Review Letters (x1), Physical Review A (x3), Quantum (x1), American Journal of Physics (x4), International Journal of Quantum Information (x1). Świadczy to, że Kandydat stał się dojrzałym członkiem społeczności naukowej.

Oceniając aktywność i działalność dydaktyczną dr. Kłobusa podczas jego całej kariery naukowej, należy pamiętać, iż był on zatrudniony na pełnym etacie naukowo-dydaktycznym dopiero od 1.02.2021 do chwili obecnej. Jednakże prowadził on zajęcia również w okresie wcześniejszym. I tak, pracując na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, prowadził on zajęcia z przedmiotów *Technologie informacyjne oraz Komunikacja multimedialna*, ćwiczenia z przedmiotu *Mechanika* na kierunku Biofizyka. W ramach zatrudnienia na Uniwersytecie Gdańskim prowadził zajęcia (wykłady z ćwiczeniami) z takich przedmiotów jak *Mechanika analityczna, Teoretyczne i Praktyczne podstawy matematyki*

wyższej, *Analiza wektorowa, Mechanika analityczna*. Ponadto, prowadził ćwiczenia z takich przedmiotów jak: *Dyskretny rachunek prawdopodobieństwa, Fizyka kwantowa, Algebra liniowa* oraz prowadził *Zajęcia wyrównawcze z matematyki* na kierunku Bioinformatyka. Widać zatem, że należy wysoko ocenić działalność dydaktyczną Kandydata.

Dr Kłobus był też promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim Pani M. Pandit (rozprawa doktorska p.t. „Characterization of quantum correlations with strong non-classical properties”, obrona rozprawy doktorskiej: 7.07.2022, Gdańsk).

W ramach działalności popularyzującej naukę, Habilitant wygłosił dwa wykłady popularno-naukowe w Liceum Akademii Dobrej Edukacji w Gdańsku w latach 2019 oraz 2020. Brał też udział w przygotowywaniu programu telewizyjnego *Shot naukowy – Informacja kwantowa* (wrzesień 2011).

Jeśli idzie o działalność organizacyjną dr. Waldemara Kobusa, to należy wspomnieć, że dwukrotnie był on Przewodniczącym Komisji Rekrutacyjnej w ramach swego zatrudnienia na Wydziale Matematyki Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego.

Konkluzja

Podsumowując, stwierdzam na podstawie przedstawionego osiągnięcia naukowego oraz pozostałych informacji dotyczących aktywności naukowej, dydaktycznej organizacyjnej, że dr Waldemar Kłobus spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi związane z nadaniem stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych.

Wniosuję zatem o dopuszczenie dr. Waldemara Kłobusa do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Wiesław Leoński