

dr hab. Tomasz Paterek
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki
Uniwersytet Gdański

Uniwersytet Wrocławski Wydział Fizyki i Astronomii Gdańsk, 18 stycznia 2022 DZIEKANAT		
Wpłynęło do WFA	20-01-2022	Zal.
Wpłynęło do WFA		symbol
znak sprawy		

**Recenzja osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia
doktora habilitowanego przez dr. inż. Artura Barasińskiego**

Dr inż. Barasiński złożył wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego na podstawie jednotematycznego cyklu publikacji zatytułowanego *Charakterystyka nieklasycznych własności stanów kwantowych: wykrywanie, klasyfikacja i zastosowanie korelacji kwantowych*. W niniejszej recenzji najpierw wprowadzę sylwetkę kandydata, następnie skomentuję wyniki otrzymane w złożonym cyklu publikacji by zakończyć podsumowaniem i uzasadnieniem wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Habilitant rozpoczął przygodę z nauką bardzo wcześnie, bowiem już jako student drugiego roku Politechniki Częstochowskiej. Jego wkład w pomiary i badanie widm elektronowego rezonansu paramagnetycznego przyczynił się do publikacji naukowej. Po studiach zainteresował się tematyką przejść fazowych i zjawisk krytycznych, którym poświęcił rozprawę doktorską napisaną pod opieką prof. dr. hab. Andrzeja Drzewińskiego na Uniwersytecie Zielonogórskim. Kandydat z powodzeniem stosował metodę renormalizacji macierzy gęstości do problemów magnetyzmu w łańcuchach kwantowych i obronił doktorat w roku 2010. Od tego roku do roku 2018 pracował jako adiunkt w Uniwersytecie Zielonogórskim gdzie kontynuował prace nad magnetyzmem jak również zmienił zainteresowania naukowe na informatykę i optykę kwantową. Te ostatnie zagadnienia stanowią podstawę niniejszego postępowania i nie ma najmniejszej wątpliwości, że autor jest niezależnym badaczem. Obecnie dr inż. Barasiński jest jednocześnie zatrudniony w Uniwersytecie Wrocławskim oraz w Uniwersytecie Palackiego w Ołomuńcu (Czechy), z którym bardzo owocną współpracę rozpoczął około roku 2017. Podsumowując opis kandydata, ma on bardzo szerokie i bogate doświadczenie naukowe i spełnia wszystkie formalne wymogi ustawowe stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

Jako osiągnięcie habilitacyjne dr inż. Barasiński przedstawił cykl 10 prac naukowych, cytowanych jako [H1] - [H10]. Prace te zostały opublikowane w latach 2016 - 2021 w najlepszych czasopismach fizycznych. W większości są to prace wieloautorskie, przy czym dołączone oświadczenia współautorów jasno wskazują wiodącą rolę habilitanta. Warto zauważyć, że jest on pierwszym autorem wszystkich publikacji. Na uznanie zasługuje fakt, że dr inż. Barasiński ma wspólne prace z doświadczalnikami i nawet w tych pracach jego wkład wynosi przynajmniej 50%. Podjęta tematyka badawcza jest bardzo dobrze umotywowana i znakomicie wpisuje się w stan wiedzy przed publikacją autora. Skupia się on na nielokalności (braku modelu z lokalnymi ukrytymi zmiennymi), kwantowym splątaniu i relacjami między nimi. Publikacje [H1] i [H2] wprowadzają stany symetryczne z niepełną permutacją i analizują ich splątanie (w tym możliwość splątania związanego) za pomocą wielu kryteriów. Zaletą tego podejścia jest możliwość oszacowania splątania w dowolnym stanie poprzez wyrzutowanie go na rodzinę stanów symetrycznych, gdyż rzutowanie to nie zwiększa splątania. Praca [H3] zajmuje się relacją między splątaniem a nielokalnością. Autor przypomina, że dla dwóch cząstek, z których każda mierzona jest jedną z dwóch binarnych obserwacji, stany maksymalnie nielocalne są również maksymalnie splątane i opisuje "anomalię" gdy mierzone obserwacje mają więcej możliwych wyników pomiarów i rozważamy maksymalne łamanie pewnej klasy nierówności Bella, tzw. nierówności CGLMP. Okazuje się, że kiedy za miarę nielokalności przyjąć prawdopodobieństwo łamania tej nierówności, wzór (11) autoreferatu, pokazano wcześniej że anomalia znika dla trzech i czterech możliwych wyników pomiarów. W [H3] autor rozszerzył badania numeryczne na więcej możliwych

wyników i wykazał, że anomalia powraca gdy mamy 8-10 możliwych wyników pomiarów. Wskazał również intuicyjny argument, że będzie ona obecna dla dowolnej większej liczby wyników. Uważam ten rezultat za bardzo ciekawy i w świetle dostępnej wówczas literatury zaskakujący. Do prawdopodobieństwa łamania kandydat powrócił jeszcze w pracach [H9, H10]. Bada w nich relacje pomiędzy tą wielkością i wielocząstkowym splątaniem, wykrywanie tego rodzaju splątania i identyfikuje istotne nierówności Bella, tj. mały podzbiór nierówności których prawdopodobieństwo łamania zbliżone jest do prawdopodobieństwa otrzymanego dla wszystkich nierówności. Używane argumenty są nowatorskie i mają praktyczne zastosowanie w upraszczaniu doświadczeń nad nielokalnością. Inne badania trójcząstkowego splątania opisano w pracach [H4, H8]. Wyznaczono wzajemne relacje między różnymi miarami trójcząstkowego splątania oraz łamania nierówności Bella w funkcji trójcząstkowego splątania. Następnie skupiono się na uogólnionych stanach Greenbergera-Horna-Zeilingera. Wykazano, że podzbiór tych trójcząstkowo splątanych stanów nie łamie nierówności Svetlichnego, która ogranicza przewidywania lokalnego realizmu bez trójcząstkowych korelacji, natomiast łamie pełny zbiór nierówności tego typu. Łamanie to zostało również przekonująco wykazane doświadczalnie. Ostatnie trzy omawiane przez kandydata prace, oznaczone [H5] - [H7], dotyczą roli splątania w kwantowej teleportacji. Rozważa on układ trójcząstkowy i tak zwaną kontrolowaną teleportację oraz kwantowe sieci teleportacyjne. W literaturze pojawiły się głosy, że proces ten jest niemożliwy bez trójcząstkowego splątania, jednak autor wykazał, że odpowiednie stany biseparowalne pozwalają nawet na perfekcyjną kontrolowaną teleportację. Podana przez habilitanta interpretacja wskazuje na dogłębne zrozumienie tego zjawiska w terminach klasycznych korelacji pomiędzy układem-flagą i dwucząstkowym układem w odpowiednich stanach maksymalnie splątanych. Co więcej, autorowi udało się wyprowadzić eleganckie ilościowe ograniczenia jakości teleportacji kontrolowanej, które mają taką samą postać jak ograniczenia standardowej teleportacji, ale ze zbieżnością splątania zastąpioną przez zbieżność zlokalizowaną. Te ważne rezultaty teoretyczne zostały potwierdzone w laboratorium optycznym. Podsumowując, oceniane osiągnięcie naukowe jest bardzo solidne, wskazuje na niezależnego i twórczego autora, który jest ekspertem w szeroko rozumianej dziedzinie kwantowego splątania i nierówności Bella.

Jak już wspomniałem, habilitant ma bardzo szerokie zainteresowania naukowe i jest wciąż aktywny w dziedzinach innych niż informacja kwantowa, jak choćby w przejściach fazowych czy nanomagnetykach molekularnych. Z autoreferatu wynika, że jest i był wykonawcą wielu międzynarodowych projektów i kierownikiem grantu z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Rezultaty tych projektów były referowane na wielu międzynarodowych konferencjach i warsztatach. Kandydat jest laureatem Stypendium Ministra oraz Stypendium Europejskiego programu MAGMANet oraz wielokrotnym laureatem Nagród Rektora. Odbył też wiele staży krajowych i zagranicznych, głównie w Czechach, we Włoszech i w Niemczech. Działalność dydaktyczna dr. inż. Barasińskiego jest imponująca. Prowadził on wiele kursów i wykładał zarówno w języku polskim jak i po angielsku. Oprócz przedmiotów typowo fizycznym, uczył programowania, symulacji, grafiki i prowadził zajęcia wyrównawcze. Jest opiekunem kół naukowych i promotorem dwóch licencjatów i pracy magisterskiej. Jest współautorem serii prac z doktorantem, mgr. Nowotarskim, które mogłyby posłużyć za bazę doktoratu.

Podsumowując, uważam że dorobek naukowy dr. inż. Barasińskiego jest bardzo solidny, spójny i przekraczający ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Kandydat jest w pełni niezależnym badaczem, który z sukcesami realizuje międzynarodowe projekty. Z pełnym przekonaniem wnoszę o przyjęcie wniosku habilitacyjnego.

Tomasz Pedersek