

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

**Recenzja osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia
doktora habilitowanego przez dr. Alexandra Streltsova**

Z wielką przyjemnością podjąłem się napisania recenzji w postępowaniu habilitacyjnym doktora Streltsova, gdyż świetnie znam jego wczesne prace związane z kwantowym dyskordem i naturalnie oczekiwałem wysokiej jakości osiągnięcia habilitacyjnego. Z takim właśnie osiągnięciem mamy tu do czynienia. Już na wstępie pragnę zaznaczyć, że dr Streltsov jest wybitnym naukowcem z wyróżniającymi się wynikami na każdym etapie kariery. 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, jeśli to możliwe, z wyróżnieniem.

Pan Alexander Streltsov otrzymał tytuł doktora na Uniwersytecie Heinricha Heinego (UHH) w Düsseldorfie w roku 2013 na podstawie rozprawy *The role of quantum correlations beyond entanglement in quantum information theory*, napisanej pod kierunkiem prof. Dagmar Bruss. Praca ta została nagrodzona zarówno przez Wydział Matematyki i Nauk Przyrodniczych UHH jak i przez Niemieckie Towarzystwo Fizyczne w roku 2014 i wydana przez SpringerBriefs in Physics w 2015. Następnie dr Streltsov odbył staże podoktorskie w UHH, w Instytucie Badań Fotonicznych ICFO, w Wolnym Uniwersytecie Berlińskim oraz na Politechnice Gdańskiej. Od grudnia 2018 roku habilitant kieruje grupą badawczą *Laboratorium Kwantowych Zasobów i Informacji* w Centrum Nowych Technologii Uniwersytetu Warszawskiego. Cieszy fakt, że polskie jednostki naukowe oferują atrakcyjne warunki międzynarodowym młodym talentom, zaś ubieganie się tych osób o habilitację odczytuje jako chęć związania się z tymi jednostkami.

Jako osiągnięcie habilitacyjne dr Streltsov wskazał cykl 10 publikacji pod tytułem *Teorie zasobów kwantowych i ich zastosowania w komunikacji kwantowej*. W autoreferacie publikacje te cytowane są jako [H1] - [H10] i w ten sposób będą odnosił się do nich tutaj. Dziewięć prac ma charakter czysto teoretyczny, zaś jedna napisana jest we współpracy z grupą doświadczalną z Chin [H8]. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w najlepszych czasopismach fizycznych (w tym 5 prac w Phys. Rev. Lett. oraz praca przeglądowa w Rev. Mod. Phys.) w latach 2015 - 2020. W większości są to prace wieloautorskie przy czym dołączone oświadczenia współautorów jasno wskazują, że dr Streltsov jest zawsze autorem wiodącym. Nie ma najmniejszej wątpliwości, że habilitant jest czynnym i samodzielny fizykiem teoretykiem, który dodatkowo jest w stanie nawiązać kontakt z grupami doświadczalnymi i zakończyć z sukcesem wspólne projekty.

W porównaniu z wczesnymi pracami kandydata duża część osiągnięcia habilitacyjnego jest w pewnym sensie krokiem wstecz, gdyż opisuje kwantową koherencję w pojedynczym układzie kwantowym, zaś wczesne prace skupiały się na kwantowych korelacjach w układach wielocząstkowych. Krok ten jest jednak bardzo naturalny i moim zdaniem fakt, że autor zauważył uproszczenia w rozważanych przez siebie zagadnieniach fizycznych zdecydowanie zasługuje na pochwałę i świadczy o dogłębnej analizie. Ogólnie rzecz biorąc, autor stosuje matematyczną strukturę teorii zasobów do problemu charakteryzacji kwantowej koherencji. Wybór ten został

dobrze umotywowany w autoreferacie i publikacjach. Przypomnijmy, że elementami definiującymi każdą taką teorię są: (i) zbiór stanów darmowych — tutaj stanów diagonalnych w wybranej bazie, względem której mierzymy koherencję oraz (ii) zbiór operacji darmowych, tzw. operacji niekoherentnych. Nietrywialność podejścia habilitanta polega na bogatej strukturze operacji niekoherentnych. Autor wprowadza kilka rodzajów tych operacji opierając się na fizycznych bądź matematycznych przesłankach [H4,H7], szczegółowo opisuje każdą klasę operacji [H7], bada ich wzajemne relacje [H4,H6,H7] oraz wpływ na przetwarzanie (deterministyczne i stochastyczne) stanów kwantowych [H6,H8]. W pozostałej części osiągnięcia habilitacyjnego kandydat rozważa scenariusze wielocząstkowe, definiuje stany i operacje niekoherentne w tym przypadku [H1,H5,H8] i dowodzi serii fundamentalnych wyników. Otóż każda niezerowa ilość koherencji może być przekształcona w splątanie za pomocą operacji niekoherentnych i znaleziono odpowiednią relację ilościową [H1]. Wprowadzono protokoły zdalnej destylacji koherencji [H5] i zdalnego przetwarzania stanów [H8] oraz w pełni opisano matematycznie ten ostatni problem dla pewnej klasy operacji i czystych stanów dwukubitowych [H8]. Znaleziono ilościową zależność pomiędzy splątaniem i koherencją w problemie łączenia stanów kwantowych [H3]. Opracowano możliwości przekształcania wielocząstkowych czystych stanów kwantowych za pomocą lokalnych operacji i klasycznej komunikacji w granicy asymptotycznej [H10] oraz łączenia stanów kwantowych w przypadku pojedynczej kopii stanu [H2,H9]. Techniki wprowadzone i rozwijane przez dr. Streltsova już przyczyniły się do znacznie lepszego zrozumienia tak podstawowych problemów jak łączenie stanów kwantowych czy ich konwersja i na pewno znajdą wiele interesujących nowych zastosowań. Jestem przekonany, że również prace łączące splątanie i koherencję na stałe wejdą do kanonu informacji kwantowej.

Odnosnie pozostałych osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych warto podkreślić, że dr Streltsov prowadzi badania w grupach międzynarodowych i jest już dobrze rozpoznawalnym ekspertem w swojej dziedzinie. Potwierdzają to wielokrotne wykłady na zaproszenie, stanowisko edytora gościnnego w *Physical Review X* (prestżowe czasopismo Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego), które piastuje od 2019 roku, stanowisko edytora gościnnego specjalnego wydania *Journal of Physics A* (o kwantowej koherencji), duża aktywność naukowa potwierdzona 28 pracami naukowymi cytowanymi ponad 2000 razy oraz wieloma wystąpieniami i wizytami naukowymi. Aktywność ta została doceniona przez agencje finansujące badania naukowe (kandydat realizował i realizuje duże projekty naukowe na relatywnie wczesnym etapie kariery) oraz poprzez wspomniane nagrody za rozprawę doktorską i ostatnio przyznane stypendium dla wybitnych młodych naukowców Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Dodatkowo dr Streltsov brał udział w organizacji dwóch międzynarodowych konferencji. W tym świetle nie dziwi fakt, że jego dokonania dydaktyczne są raczej skromne, choć wydają się odgrywać coraz większą rolę. Habilitant współprowadził wykład z zaawansowanej informacji kwantowej i jako lider grupy badawczej jest promotorem studentki studiów magisterskich i dwóch doktorantów. Od 2018 roku opiekował się również trzema stażystami poddoktorskimi.

Podsumowując, uważam że dorobek naukowy habilitanta jest wybitny i znacznie przekracza ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Z pełnym przekonaniem wnoszę o nadanie panu dr. Alexandrowi Streltsovowi stopnia doktora habilitowanego. Jednocześnie proszę komisję habilitacyjną o rozważenie wystąpienia z wnioskiem o wyróżnienie dla kandydata. Moim zdaniem rozważany cykl publikacji znacznie przyczynił się do rozwoju informacji kwantowej i fizyki teoretycznej, zaś dostarczone narzędzia mają szansę być użyteczne w szeroko rozumianej dziedzinie nauk fizycznych.

Tomasz Pasterek