

Gdańsk, 14.01.2022

Dr hab. Marcin Pawłowski

Uniwersytet Gdański

Międzynarodowe Centrum Teorii Technologii Kwantowych

Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk

Recenzja osiągnięcia oraz dorobku doktora Jędrzeja Kaniewskiego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Sylwetka kandydata

Dr Jędrzej Kaniewski obronił swoją pracę doktorską pod tytułem „Relativistic quantum cryptography” w 2015 roku na Narodowym Uniwersytecie w Singapurze. Jego promotorem była prof. Stephanie Wehner. Po doktoracie rozpoczął staż postdoktorski w grupie prof. Matthiasa Christandla na Uniwersytecie w Kopenhadze. W 2018, dzięki grantowi NCN Polonez, przeniósł się do Warszawy, gdzie pracował jako adiunkt w Centrum Fizyki Teoretycznej Polskiej Akademii Nauk. Od 2019 pozostaje zatrudniony jako adiunkt na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Osiągnięcie habilitacyjne

W skład osiągnięcia habilitacyjnego wchodzi 9 prac, z których wszystkie dotyczą problemu samotestowania (ang. *self-testing*). Jest to obszar informatyki kwantowej, który ostatnio jest bardzo popularny ze względu na dużą ilość matematycznie ciekawych problemów oraz jego zastosowania praktyczne – szczególnie w kryptografii. Opis prac dokonany w autoreferacie jest dość zwięzły, ale w bardzo dobry sposób prezentuje otrzymane wyniki.

W pierwszej pracy habilitant skupia się na nierównościach CHSH i Mermina. Są to nierówności Bella dla odpowiednio 2 i 3 graczy. Pokazuje, że samotestowanie stanów kwantowych jest możliwe już w przypadku łamania tych nierówności na poziomie 2.11 dla CHSH (co poprawia wcześniejszy rekord) i 2.83 dla Mermina, co jest optymalną wartością. W kolejnej pracy autor uogólnia te wyniki na rodzinę nierówności MABK.

W drugiej pracy habilitant skupia się na testowaniu obserwabli. Pokazuje, że możliwe jest testowanie kompatybilności dwóch obserwabli. W przypadku dychotomicznych obserwabli mierzonych na kubie habilitant pokazuje, że samotestowanie pomiarów możliwe jest dla każdej pary.

W trzeciej pracy habilitant powraca do problemu samotestowania stanów kwantowych, ale zmienia scenariusz w jakim jest to robione. Zamiast rozważać eksperyment, w którym testowane jest łamanie nierówności Bella, pod uwagę brany jest test, w którym badany stan jest przygotowywany w

jednym miejscu, a następnie mierzony w innym. Pozwala to na samotestowanie stanów, które nie są splątane, kosztem dodatkowego założenia – wymiaru przestrzeni Hilberta badanego stanu. Wyniki te mają zastosowanie do kryptografii częściowo niezależnej od urządzeń (ang. *semi-device independent cryptography*).

O ile w pierwszych dwóch pracach rozważany układ eksperymentalny posiadał jeden element wysyłający stany kwantowe do dwóch odbiorców, to w czwartej pracy mamy sytuację odwrotną: dwóch nadawców wysyła sygnały do jednego odbiorcy. Jest to scenariusz, w którym zachodzi wymiana splątania. Habilitant pokazuje, że także w tym przypadku samotestowanie jest możliwe.

W piątej pracy habilitant powraca do scenariusza przygotuj-i-zmierz (ang. *prepare-and-measure*) badanego w pracy trzeciej. Uogólnia wyniki otrzymane w tamtej pracy dla przypadku, kiedy wymiar przestrzeni Hilberta jest większy od 2. Pokazuje także, że w tym przypadku optymalnymi pomiarami są bazy wzajemnie nieobciążone (ang. *mutually unbiased bases*).

W szóstej pracy habilitant uogólnia wyniki pierwszej na przypadek przechylonych nierówności CHSH (ang. *tilted CHSH*), które, jak się okazuje, bardzo dobrze nadają się do samotestowania stanów niemaksymalnie splątanych.

W siódmej pracy habilitant wyprowadza nowe nierówności Bella, które umożliwiają samotestowanie. Ich zaletą jest to, że ich maksymalne łamanie można osiągnąć wyłącznie za pomocą baz wzajemnie nieobciążonych. Daj nam to nowe narzędzie do badania tych baz.

W ósmej pracy habilitant także wyprowadza nowe nierówności Bella. Tym razem ich interesującą właściwością jest to, że maksymalne łamanie wymaga stanu maksymalnie splątanego, ale do jego pomiaru wykorzystać można różne zestawy obserwacji. Prowadzi to do nowej formy samotestowania w nierównościach Bella, gdzie możliwe jest dokładne określenie stanu, ale nie pomiarów.

W dziewiątej - ostatniej wchodzącej w skład osiągnięcia – pracy habilitant tworzy kolejne nierówności Bella. Tym razem maksymalne łamanie osiągane jest nie tylko przez bazy wzajemnie nieobciążone ale także operatory typu SIC-POVM. Oprócz wyników analogicznych do tych z poprzedniej pracy, habilitant pokazuje także możliwe zastosowanie nowych nierówności w kryptografii kwantowej niezależnej od urządzeń.

Całkowity dorobek naukowy

Oprócz 9 prac wchodzących w skład osiągnięcia habilitant jest autorem 14 innych prac z czasopism znajdujących się w bazie JCR. Są to bardzo prestiżowe tytuły. Na szczególną uwagę zasługują 4 prace opublikowane w *Physical Review Letters* i 2 w *Nature Communications*. Prace dra Kaniewskiego cytowane były łącznie 535 co jednoznacznie wskazuje, że jest on osobą, której wyniki dobrze są znane w środowisku. Wpływ jego prac na dziedzinę podkreśla indeks Hirscha o wartości 15.

Dr Kaniewski wygłosił łącznie 15 referatów na konferencjach międzynarodowych oraz 17 seminariów – głównie za granicą. Oprócz tego wygłosił dwa referaty na zaproszenie. Co dobrze świadczy o jego wysiłkach w kierunku propagowania otrzymanych wyników.

W latach 2017-2018 dr Kaniewski był indywidualnym stypendystą prestiżowego stypendium Marii Skłodowskiej-Curie przyznawanego przez Komisję Europejską. Oprócz tego otrzymał stypendium START FNP oraz stypendium dla wybitnych młodych naukowców Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

W czasie swojej kariery habilitant był kierownikiem 3 projektów finansowanych z grantów. Pierwsze dwa z nich były finansowane z grantów ukierunkowanych na ściągnięcie wybitnych naukowców do Polski: NCN Polonez i FNP Homing. Ponieważ doktor Kaniewski jest wybitnym naukowcem i od dłuższego czasu pozostaje zatrudniony w Polsce, w tym przypadku projekty te odniosły zamierzony skutek.

Trzeci projekt „Fundamentalne aspekty zbioru korelacji kwantowych” został niedawno rozpoczęty i jest finansowany z grantu NCN Sonata. Pokazuje to, że habilitant potrafi z dość dobrą skutecznością starać się o fundusze na swoje badania.

Dorobek popularyzatorski, dydaktyczny oraz współpraca międzynarodowa

Habilitant nie prowadził dużej ilości zajęć (1 wykład – wspólnie z innym pracownikiem, 1 ćwiczenia, mini-wykład i 2 razy tygodniowy kurs), ale za to sprawował opiekę nad dużą ilością studentów. Dwie prace magisterskie, dwa licencjaty oraz doktorat (dr Kaniewski był promotorem pomocniczym) powstające pod jego opieką zostały już obronione, a w chwili pisania autoreferatu był opiekunem kolejnych 2 prac licencjackich, 1 magisterskiej oraz promotorem pomocniczym jednego doktoranta. Można to śmiało uznać za wystarczający wkład w edukację.

Dorobek popularyzatorski habilitanta jest zadowalający. Udzielał się w dwóch festiwalach nauki i konkursie matematycznym. Wygłosił też jeden wykład popularyzujący naukę.

Jedną z najsilniejszych stron sylwetki doktora Kaniewskiego jest jego współpraca międzynarodowa. Studia magisterskie, doktoranckie, staż postdoktorski oraz obecne zatrudnienie wszystkie miały miejsce w innym kraju. Brał udział w wielu międzynarodowych konferencjach a zbiór współautorów jego prac jest imponujący. Są w nim pracownicy z wielu grup o bardzo dużych zasługach dla informatyki kwantowej.

Konkluzja

Prace wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego nie tylko wnoszą istotny wkład w rozwój dziedziny, ale też stanowią bardzo spójny wewnętrznie zbiór. Dzięki nim dr Kaniewski wyrobił sobie zasłużoną opinię eksperta w dziedzinie samotestowania. Jego pozostałe osiągnięcia, a w szczególności duża liczba studentów, którymi się opiekował i projektów, którymi kierował, także wskazują na to, że jest to bardzo dojrzały naukowiec.

Podsumowując, uważam, że wniosek doktora Kaniewskiego spełnia wszystkie ustawowe i zwyczajowe warunki stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego i wnioskuję o nadanie tego stopnia doktorowi Jędrzejowi Kaniewskiemu.

Z poważaniem,



Marcin Pawłowski