

Gdańsk, 4.12.2013

Prof. dr hab. Michał Horodecki
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki
Uniwersytet Gdański
Krajowe Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku

Ocena dorobku Dr Rafała Demkowicza Dobrzańskiego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Zainteresowania badawcze dr Rafała Demkowicza-Dobrzańskiego sytuują się na styku informatyki kwantowej i interferometrii fotonowej. Ów obszar badań wpisuje się w szerszą dziedzinę, którą można określić mianem technologii kwantowych. Dorobek sprzed habilitacji jest bardziej w duchu „czystej” informatyki kwantowej, z czasem zaś przesunął się on w kierunku zagadnień bliżej związanych z implementacjami fonicznymi. Prace kandydata zostały opublikowane wyłącznie w prestiżowych czasopismach fizycznych. Szacunek budzą zwłaszcza trzy prace w grupie Nature (1 w Nature Communication, 2 Nature Photonics). Ponadto Kandydat ma trzy prace w Phys. Rev. Lett oraz kilkanaście Phys. Rev. A. O sile dorobku Kandydata świadczy również kilkanaście zaproszonych referatów, w tym pięć na zagranicznych konferencjach, a także kilka recenzji dla czasopism z grupy Nature (Nature Physics oraz Nature Photonics).

Cykl prac stanowiący rozprawę habilitacyjną jest kamieniem milowym w rozwoju kwantowej metrologii. Prace [1,5,6,7,8,9] (używam numeracji ze stron 2 autoreferatu) pokazują, że zastosowania kwantowego splątania w metrologii napotykają na potężne wyzwanie: jeżeli kanał z szumem nie jest trywialny (tzn. nie znajduje się na brzegu) nie jest możliwe otrzymanie skalowania Heisenberga. Kwantowe techniki mogą jedynie poprawić precyzję o stały czynnik. Rezultat otrzymany jest w reżimie, w którym nie stosuje się technik typu kwantowej korekty błędu. Postępy habilitanta, które uTORowały drogę do tego pięknego i fundamentalnego rezultatu zawartego w pełnej ogólności w pracy [1] opublikowanej w czasopiśmie Nature Communications, były na bieżąco dyskutowane w środowisku naukowym w którym funkcjonują, i wysoko oceniane jeszcze na etapie preprintów umieszczanych w bazie czasopism arxiv.org. Należy podkreślić, że ów ostateczny rezultat nie ogranicza się do interferometrii fotonowej, lecz stanowi ogólne ograniczenie dla metrologii z użyciem dowolnych układów fizycznych. Z przyjemnością przeczytałem w autoreferacie, że jednym z efektów publikacji Kandydata jest nawiązanie współpracy z doświadczalną grupą prof. R. Schnabla z Niemiec w celu zastosowania wiedzy na temat kwantowej metrologii do detekcji fal grawitacyjnych. Wymienione wyniki zaowocowały też zaproszonymi referatami m.in. w Turynie oraz Toronto, a także na konferencji pod auspicjami NASA. Trzeba nadmienić, że w bieżącym roku pojawiły się prace, w których próbuje się odzyskać skalowanie Heisenberga przy pomocy kwantowej korekty błędu. Nie przeczytałem uważnie wspomnianych prac, jednak sądząc po bardzo skomplikowanych schematach korekty błędu jakie istniały wcześniej dla kwantowego komputera, nie spodziewam się, żeby nowe podejście mogło zmniejszyć doniosłość

negatywnego rezultatu Kandydata. Z pewnością zaś rezultat ten pokazuje, że przed metrologią wzmocnioną kwantowymi efektami stoją potężne wyzwania.

Opisane powyżej wyniki dotyczą reżimu lokalnego, tj. sytuacji, w której znana jest przybliżona wartość poszukiwanego parametru (np. fazy), a celem pomiaru jest śledzenie niewielkich odchyłeń. Kandydat badał także odmienny reżim gdzie zakłada się pewne *a priori* rozkłady początkowe, analizując problem szumu w tym reżimie.

Dr Demkowicz-Dobrzański potrafi zarówno posługiwać się eleganckim, ogólnym formalizmem matematycznym, jak i analizować konkretne problemy implementacyjne w doświadczeniu. Najlepszym przykładem elegancji matematycznej, która jest obecna we wszystkich pracach stanowiących rozprawę jest praca [10], w której autorzy optymalizują stany potrzebne do ustalenia wspólnego układu odniesienia. Główny rezultat z pracy [1] jest również pięknym bardzo pomysłowym matematycznym osiągnięciem, które ma zarazem szerokie implikacje fizyczne.

Oświadczenia autorów nie budzą wątpliwości, że wkład dr Demkowicza-Dobrzańskiego w prace wchodzące w skład omawianego cyklu był decydujący.

Kandydat posiada szeroką współpracę zagraniczną o czym świadczą m.in. wspólne prace z zagranicznymi naukowcami. Czytając autoreferat, nie zauważyłem wzmianki o żadnym dłuższym stażu Kandydata za granicą, z przyjemnością więc konstatuję, że w pracując w Polsce można osiągać tak znakomite wyniki.

Kandydat uczestniczył w wielu grantach: jest kierownikiem dwóch węzła UW dwóch projektów międzynarodowych, w tym unijnego projektu SIQS, który rozpoczął się w bieżącym roku. Jest to dowód silnej pozycji Kandydata w środowisku międzynarodowym zajmującym się kwantowymi technologiami. Dr Demkowicz-Dobrzański prowadził ponadto badania w czterech innych projektach unijnych.

Kandydat otrzymał m.in. prestiżowe stypendium naukowe MNiSW dla wybitnych młodych naukowców (lata 2011-2014).

Kandydat ma również znakomity dorobek w zakresie popularyzacji nauki. W szczególności: wygłosił wiele wykładów popularyzujących fizykę, w szczególności kwantową informatykę; zorganizował i współorganizował kilka warsztatów w zakresie optyki i informacji kwantowej; koordynował Festiwal Nauki na Uniwersytecie Warszawskim. W zakresie dydaktyki, Kandydat m.in. nadzorował kilka prac licencjackich i magisterskich, obecnie zaś opiekuje się dwoma doktorantami.

Przedstawione dane bibliometryczne (23 publikacje, ponad 250 cytowań, indeks Hirsha 8, łączny *impact factor* 125) są bardzo dobre zważywszy, że ponad 200 cytowań osiągnęły właśnie prace zgłoszone do habilitacji, pomimo, że upłynęło bardzo niewiele czasu od ich opublikowania. Imponujący jest również łączny *impact factor*, który autor zawdzięcza zapewne publikacjom w grupie Nature. Spodziewam się, że cytowania fundamentalnych prac dotyczących szumu w metrologii będą w sposób ciągły rosnać, zaś rezultaty zostaną zapamiętane, jako nie do pominięcia, w historii technologii kwantowych.

Reasumując, z pełnym przekonaniem stwierdzam, że wybitne osiągnięcia Kandydata znacznie przewyższają ustawowe wymogi dotyczące habilitacji. Z ogromną satysfakcją rekomenduję komisji habilitacyjnej nadanie dr Rafałowi Demkowiczowi-Dobrzańskiemu stopnia doktora habilitowanego.

Michał Nowdecki