

Prof. dr hab. Jerzy Dajka,  
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych,  
Uniwersytet Śląski w Katowicach

## Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr. Michała Oszmańca

Postępowanie habilitacyjne dr. Michała Oszmańca prowadzone jest na podstawie jednotematycznego cyklu publikacji „Kwantowa informacja przy ograniczonych zasobach”, na który składają się następujące prace:

*I. M. Oszmaniec, R. Augusiak, C. Gogolin, J. Kołodyński, A. Acín, M. Lewenstein, Random Bosonic States for Robust Quantum Metrology, Physical Review X 6 (4), 041044 (2016)*

*II. S. Altenburg, M. Oszmaniec, S. Wölk, and O. Gühne, Estimation of gradients in quantum metrology, Phys. Rev. A 96, 042319 (2017)*

*III. M. Oszmaniec, Z. Zimboras, Universal Extensions of Restricted Classes of Quantum Operations, Phys. Rev. Lett. 119, 220502 (2017)*

*IV. M. Oszmaniec, D. J. Brod, Classical simulation of photonic linear optics with lost particles, New J. Phys. 20, 092002 (2018)*

*V. M. Oszmaniec, L. Guerini, P. Wittek, A. Acín, Simulating Positive-Operator-Valued Measures with Projective Measurements, Phys. Rev. Lett. 119, 190501 (2017)*

*VI. M. Oszmaniec and T. Biswas, Operational relevance of resource theories of quantum measurements, Quantum 3, 133 (2019)*

Na wstępie należy podkreślić, że osiągnięcie naukowe będące podstawą postępowania habilitacyjnego opublikowane zostało w znakomitych czasopismach, cieszących się poważaniem środowiska naukowego. Osiągnięcie naukowe powstało we współpracy z uznanymi naukowcami o dorobku naukowym, których wkład w rozwój dyscypliny trudno byłoby przecenić. Należy zaznaczyć, że zarówno na podstawie załączonych oświadczeń jak i autoreferatu załączonego do wniosku można jednoznacznie i bezsprzecznie wskazać dr. Michała Oszmańca jako autora osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego.

Badania dr Michała Oszmańca wychodzą naprzeciw potrzebom związanym z koniecznością urealnienia szeroko rozumianej teorii informacji kwantowej oraz jej możliwie kompletnego i szybkiego przejścia z grupy badań teoretycznych do grupy badań stosowanych. Dr Oszmaniec w swoich pracach mierzy się z bardzo ważnymi i palącymi pytaniami, między innymi o to w jaki sposób dekoherencja oraz inne niedoskonałości obecne w realistycznych układach kwantowych wpływają na efektywność protokołów kwantowych. Kolejną szeroką klasą problemów rozważanych i rozwiązywanych przez dr. Oszmańca są zagadnienia związane z efektywnym wykorzystywaniem możliwości protokołów kwantowych do realizacji wybranych zadań informacji kwantowej sytuacji, gdy zasoby, którymi się dysponuje są ograniczone.

Wniosek habilitacyjny, oprócz osiągnięcia naukowego, zawiera obszerny i starannie zredagowany autoreferat, w którym dr Michał Oszmaniec szczegółowo i przystępnie wprowadza w dziedzinę badań, w której osiągnął swoje wyniki oraz prezentuje osiągnięcie wskazując jednoznacznie najważniejsze wyniki, ich szerszy kontekst w odniesieniu do dziedziny wiedzy i innych prowadzonych przez dr. Oszmańca badań.

Należy podkreślić, że grupa publikacji, które składają się na osiągnięcie naukowe, będące podstawą prowadzonego postępowania habilitacyjnego stanowi - bez najmniejszych wątpliwości - cykl jednotematyczny. Cecha ta, uwypuklona w autoreferacie, znakomicie zilustrowana jest na *Rysunku 2.*, który bardzo trafnie uwzględnia wzajemne powiązania prac będących osiągnięciem naukowym.

Badania dr Michała Oszmańca składające się na osiągnięcie naukowe można zaklasyfikować do trzech grup. Pierwsza dotyczy metrologii kwantowej a w szczególności tematów ujętych w pracach [I] oraz [II] osiągnięcia. Druga grupa zagadnień, opisywana w pracach [III] oraz [IV], bezpośrednio dotyczy obliczeń kwantowych, trzecia zaś kwantowego pomiaru w pracach [V] oraz [VI]. Warto zaznaczyć, że powyższa klasyfikacja obejmuje wszystkie etapy szeroko rozumianego przetwarzania kwantowej informacji obrazowo ujętych na *Rysunku 1.* w autoreferacie. Oznacza to, że badania dr. Oszmańca mają charakter holistyczny a uzyskane wyniki mają i będą mieć znaczenie dla wielu sub-dyscyplin związanych z kwantową informacją.

Analizując bardziej szczegółowo tematykę osiągnięcia naukowego będącego podstawą prowadzonego postępowania habilitacyjnego, na szczególne – w mojej ocenie - uznanie zasługują wyniki dotyczące wpływ dekoherencji i innych typów niedoskonałości na wybrane protokoły kwantowe. W szczególności, analizowany w pracy [I] wpływ szumu depolaryzującego na użyteczność metrologiczną typowych stanów bozonowych [I] oraz (cf. [II]) szumu defazującego dla estymacji gradientu pola magnetycznego dla przestrzenie rozmieszczonych cząstek oddziałujących z tym polem magnetycznym. Kompleksowe wyniki dotyczące użyteczności losowych stanów kwantowych w metrologii uzyskane w pracy [I] przyczyniają się do zrozumienia roli splątania kwantowego dla metrologii oraz otwierają możliwości dalszych badań, zaś użyteczność wyników dotyczących wyznaczenia gradientu pola magnetycznego, będące propozycją praktycznej implementacji metrologii kwantowej, alternatywną w stosunku do standardowych, wychodzą naprzeciw potrzebom medycznej diagnostyki obrazowej.

Prace [III, IV] wchodzące w skład osiągnięcia dotyczą obliczeń kwantowych w modelach



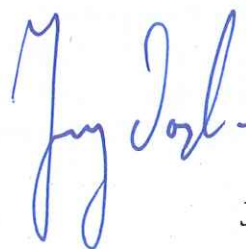
obliczeń opartych o cząstki nierozróżnialne. Osiągnięcie uniwersalności, pełna kontrola nad układem kwantowym pozwalająca implementować najszerszą klasę operacji stanowi ważny cel badań w kwantowej informacji. Głównym wynikiem pracy [III] jest określenie dla wybranych rodzin ograniczonych bramek kwantowych systematycznych klasyfikacji odpowiednich bramek rozszerzających. Dalsze badania dotyczyły efektywnych metod klasycznej symulacji wybranych eksperymentów [IV]. Uzyskane wyniki są bardzo ważne ze względu na ich stosowalność i bardzo użyteczne ze względu na ich ogólność i ewentualność ich klasycznej symulowalności [IV].

Bardzo istotna część badań i wyników składających się na habilitacyjne osiągnięcie naukowe dr Michała Oszmańca dotyczy zagadnień związanych z oceną efektywności protokołów kwantowych wykonywanych przy ograniczonych zasobach a w szczególności ograniczonych pomiarów kwantowych, z którymi mamy do czynienia, gdy nie można zaimplementować dowolnych schematów pomiarowych dopuszczalnych przez teorię kwantów. W szczególności w pracy [V] w systematyczny sposób wskazano klasę pomiarów uogólnionych, które można symulować za pomocą pewnych pomiarów rzutowych. W pracy [IV] przedstawia się natomiast zarys teorii zasobów dla POVM, skonstruowanej w oparciu o wypukłe podzbiory pomiarów na przestrzeniach skończone wymiarowych. Otrzymane wyniki wskazują na 'użyteczność' niedoskonałych, z racji występujących ograniczeń, zasobów i, w mojej ocenie, stanowią bardzo istotny wkład w rozwój informacji kwantowej w jej przyszłej, praktycznej odsłonie, niekoniecznie w największej i uniwersalnej skali.

Istotnym elementem autoreferatu załączonego do wniosku habilitacyjnego są jasno określone, ambitne, ale realistyczne plany badawcze, które dotyczą najważniejszych problemów, których rozwiązania podejmie się, jak deklaruje, dr Michał Oszmaniec w najbliższej przyszłości. Ich znaczenie dla rozwoju technik kwantowego przetwarzania informacji jest kluczowe, gdyż dotyczy praktycznej użyteczności oraz na ograniczeniach komputerów kwantowych w niedalekiej przyszłości, a więc tego, co w przewidywalnym horyzoncie może przełożyć się na istotny przełom w najszerzej rozumianej dziś teorii informacji i informatyce.

Osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę wniosku habilitacyjnego dr Michała Oszmańca jest dziełem spójnym i pełnym. Zawiera ono jasno określony i kompletny fragment badań, których poziom oraz osiągnięte wyniki świadczą o jednoznacznie ponadprzeciętnej dojrzałości naukowej Autora. Uważam, że zarówno przedstawione osiągnięcie naukowe, jak i pozostały dorobek dr Michała Oszmańca wskazują na zasadność nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego, co mniejszym gorąco rekomenduję.

Z poważaniem,



Jerzy Dajka