

Prof. dr hab. Michał Matuszewski
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
Al. Lotników 32/46, Warszawa
mmatu@ifpan.edu.pl
tel. 22 116 3482

Warszawa, 16.01.2023

**Recenzja osiągnięć naukowych w postępowaniu habilitacyjnym
dr. Michała Parniaka-Niedojadło**

Recenzja ta dotyczy osiągnięć naukowych przedstawionych przez habilitanta, na które składa się cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych. Przedstawione osiągnięcia są częścią pracy zbiorowej, w postaci ośmiu wieloautorskich artykułów naukowych. Przedstawiony przez habilitanta autoreferat oraz oświadczenia współautorów potwierdzają indywidualny wkład habilitanta w każdej z tych prac.

Habilitant bardzo dobrze wpisuje się w wymogi stawiane kandydatom do otrzymania stopnia doktora habilitowanego. Jest on aktywny na polu badań naukowych, w tym we współpracy międzynarodowej, publikuje w bardzo dobrych czasopismach, odbył także zagraniczne staże naukowe. Przedstawione prace wskazują, że habilitant odbył owocny staż podoktorski w grupie prof. E. Polzika w Kopenhadze. W czasie tego stażu powstało szereg prac bardzo istotnych dla rozwoju dziedziny, w których swój znaczny udział miał habilitant. Następnie umiejętności te wykorzystał z powodzeniem jako lider grupy naukowej na Uniwersytecie Warszawskim. Wskazuje to, że habilitant nie tylko osiągnął wysokie umiejętności naukowe, ale uzyskał pełną samodzielność naukową pozwalającą na kierowanie własną grupą.

Tematem osiągnięcia są doświadczalne i teoretyczne badania oddziaływania światła z materią na poziomie kwantowym, a w szczególności kwantowe sprzężenie makroskopowych obiektów ze światłem. Badane obiekty obejmują atomy oraz membrany optomechaniczne. Autoreferat obejmuje wprowadzenie teoretyczne, które omawia pokrótce podstawy fizyczne opisu badanych układów, w tym Hamiltonian oddziaływania światła z materią oraz stosowane metody ich opisu. Przedstawione są najważniejsze zjawiska takie jak *sideband cooling*. Przedstawione są układy doświadczalne, w tym ich parametry fizyczne które są istotne z punktu widzenia utrzymania

Mot

koherencji w układzie i technicznej realizacji eksperymentów.

Pierwsza praca z cyklu [A1] opisuje eksperymenty mające na celu schłodzenie membrany azotku krzemu do stanu podstawowego poprzez ograniczenie jego oddziaływania z otoczeniem, i odpowiednie oddziaływanie z falą światła koherentnego. Zastosowanie geometrii z defektem w kryształach fononicznych pozwoliło na znaczną redukcję oddziaływania z rezerwuarem. Chłodzenie laserowe pozwoliło uzyskać stan bardzo bliski stanowi podstawowemu, a obserwacja spektrum układu na wyznaczenie charakterystyki tego stanu. Eksperyment ten oceniam jako bardzo interesujący, znaczący, i zaawansowany od strony technicznej. W pracy [A2] zastosowano techniki optyczne do splątania dwóch układów makroskopowych, wspomnianej membrany i spinów w chmurze atomów cezu umieszczonych w odizolowanym od otoczenia kanale. Uzyskano w ten sposób stan typu Einstein-Podolsky-Rosen (EPR). Technika polegała na oddziaływaniu wiązki lasera z oboma układami w ten sposób, aby odtworzyć warunki pomiaru kwantowego pomiaru nieniszczącego (QND). Potwierdzenie uzyskania tego typu stanu jest niezwykle interesujące z fundamentalnego punktu widzenia, a jednocześnie wymagało użycia zaawansowanych technik doświadczalnych i nowych metod analitycznych, w których opracowaniu habilitant miał swój duży udział.

W pracy [A3] zaproponowano metodę ograniczenia szumu kwantowego lasera poprzez zastosowanie układu światłowodowego kompensującego szum w określonym zakresie spektralnym. Jest to nie tylko ciekawy wynik doświadczalny, metoda ta jest używana w celu uzyskania lepszej skuteczności chłodzenia laserowego. Habilitant opracował pomysł tej metody i miał bardzo istotny wkład w jego realizację. Praca [A4] natomiast prezentuje nową metodę mapowania stanu kwantowego światła i atomów, która pozwoliła na charakteryzację parametrów układu w przypadku chmury atomów podlegającej precesji Larmora.

Podczas gdy prace [A1]-[A4] powstały w grupie prof. Polzika w trakcie stażu doktorskiego, prace [A5]-[A8] dotyczą już aktywności habilitanta jako lidera grupy na Uniwersytecie Warszawskim. Tematyka jest nieco inna, i skupia się na realizacji pamięci kwantowych w wielomodowych gazach atomowych rubidu. Seria prac rozpoczyna się od implementacji bardzo szybkiego detektora fotonów o wysokiej rozdzielczości [A4], zrealizowanego przez habilitanta i doktoranta pozostającego pod jego opieką. W pracy [A5] zademonstrowano korelacje typu Bella pomiędzy parami fotonów emitowanymi z chmury atomowej. Cechą szczególną eksperymentu jest to, że splątanie to zachodzi w wielu splątanych stanach fotonów jednocześnie. Praca [A6] przedstawia modyfikację eksperymentu z pracy [A5], w której wykorzystano ideę pomiaru warunkowego. Uzyskano to poprzez zastosowanie szybkiego układu elektronicznego, z czasem reakcji krótszym niż czas życia stanu kwantowego, dzięki czemu pomiar warunkowy był w stanie wyzwolić sekwencję odczytu w drugim ramieniu układu. Praca [A8]

Met

natomiast jest pracą teoretyczną, zawierającą propozycję wykorzystania wielomodowości układu atomów do znacznego poprawienia efektywności przesyłania informacji kwantowej przy użyciu kwantowych regeneratorów sygnału (quantum repeaters).

Przedstawione w cyklu prac rezultaty oceniam jako niezwykle interesujące z punktu widzenia fizyki fundamentalnej, jak i potencjalnych zastosowań w technologiach kwantowych. Ponadto, są to eksperymenty wymagające umiejętności na najwyższym światowym poziomie. Pomimo że wszystkie powyższe prace są wieloautorskie, wkład habilitanta jest dobrze określony i w każdym przypadku znaczący, czy to jako realizatora eksperymentów, osoby analizującej dane i opracowującej modele teoretyczne, czy też jako pomysłodawcy i lidera niezależnej grupy. Habilitant sprawdził się doskonale w każdej z tych ról, co świadczy o jego wszechstronności i pełnej dojrzałości naukowej. Jest skuteczny w prowadzeniu badań we współpracy międzynarodowej, zdobywaniu funduszy, a także opiece nad studentami i doktorantami.

Podsumowując, habilitant przedstawił cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych, z jasno wyodrębnionym wkładem indywidualnym, który stanowi osiągnięcia naukowe, stanowiące wybitny wkład w rozwój dyscypliny naukowej. Jednocześnie wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną na wielu uczelniach i instytucjach naukowych, w tym zagranicznych. W mojej ocenie przedstawione osiągnięcia habilitanta z nawiązką spełniają wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wniosuję zatem o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania. Jednocześnie rekomenduję wystąpienie z wnioskiem o wyróżnienie osiągnięcia będącego podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego.



Michał Matuszewski