

OCENA

cyklu publikacji p.t. „TEORIA ZASOBÓW KWANTOWYCH I ICH ZASTOSOWANIE W KOMUNIKACJI KWANTOWEJ”.

przedstawionych przez dr Alexandra Streltsova

jako podstawa do ubiegania się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego
nauk fizycznych.

Lista prac wchodzących w skład prezentowanego cyklu zawiera dziesięć publikacji z lat 2015 – 2020 oznaczonych w autoreferacie symbolami [H1] - [H10].

Jedna z tych prac jest samodzielna ([H 9]), a pozostałe są ze współautorami. Zgodnie z oświadczeniami współautorów dr A. Streltsov jest ich głównym autorem. W większości jego udział w przygotowaniu publikacji i rezultatów w nich prezentowanych stanowi 80 %.

Liczba cytowań (bez autocytowań) prac z cyklu [H1] - [H10] przekracza 1000.

Jeśli chodzi o punktację MNiSW, omawiane prace w większości uzyskały 200 punktów.

1) Ocena osiągnięć naukowych zawartych w pracach [H1] - [H10].

Zagadnienia rozważane w teoriach zasobów kwantowych stanowią istotny fragment szybko rozwijającej się dziedziny jaką jest kwantowa teoria informacji. Liczba mnoga w powyższym stwierdzeniu jest w pełni uzasadniona.

Najczęściej dyskutowanym przykładem teorii zasobów kwantowych dostarcza teoria splećcia. Jednakże, poprzez analogię z tą teorią, zostały podjęte starania o rozszerzenie teorii zasobów kwantowych na inne zagadnienia kwantowej teorii informacji, takie jak

termodynamika kwantowa, ewolucje niemarkowskie, nielokalność, czy też kwantowa koherencja. To właśnie koherencja kwantowa znajduje się w centrum zainteresowania A. Streltsova. Tak więc, mówimy raczej o teoriach zasobów kwantowych, a nie o pojedynczej teorii. Podstawą każdej teorii zasobów kwantowych są wyróżnione podzbiory zbioru stanów kwantowych (tzw. stany darmowe), oraz podzbiory zbioru operacji kwantowych (tzw. operacje darmowe). Wybór darmowych stanów i darmowych operacji zależy od rozważanej teorii, i jest dyktowany zarówno przez pewne aspekty teoretyczne, jak i możliwości eksperymentalne. Na przykład, w teorii splątania za stany darmowe uważa się stany separowalne, a darmowe operacje są typu LOCC.

Chociaż splątanie jest jednym z najlepiej zbadanych przykładów zasobów kwantowych, to okazuje się, że istnieją także inne rodzaje przejawów nieklasyczności wybranych układów fizycznych, w tym np. dyskord, koherencja itp.

Tak więc jednym z takich przejawów jest koherencja kwantowa, która wynika z podstawowych zasad mechaniki kwantowej, a mianowicie z zasady superpozycji.

Okazuje się, że zjawiska koherencji mogą być analizowane jako zasoby służące do manipulowania stanami kwantowymi. W tym przypadku, za stany darmowe bierze się stany niekoherentne, tzn. stany diagonalne w ustalonej bazie w przestrzeni Hilberta. W roli operacji darmowych rozważa się największy zbiór operacji, które zachowują stany niekoherentne, oraz jego podzbiory.

Badania A. Streltsova dotyczyły analizy różnych typów operacji w reprezentacji Krausa, z ograniczeniami nakładanymi poprzez zachowanie określonych podzbiorów stanów.

Dokładna analiza różnych przypadków zawarta jest w pracy [H1], i już ona stanowi istotny wkład do teorii zasobów kwantowych opartej na zjawisku koherencji.

W pracach [H5] i [H8] badane były koherencje kwantowe jako zasoby w wieloczęściowych układach kwantowych.

Uzyskano także klasyfikację operacji kwantowych, która obrazuje bogactwo zagadnień

teorii zasobów kwantowych w przypadku koherencji. Rezultaty te znalazły bardzo duże uznanie wśród badaczy zasobów kwantowych (ponad 500 cytowań).

Także prace oznaczone symbolami [H2], [H3] i [H9], w których analizowana była rola splątania i koherencji w łączeniu stanów kwantowych i komunikacji kwantowej, wnoszą istotny wkład do ogólnej teorii informacji kwantowej.

Patrząc na całość badań prowadzonych w latach 2015 – 2020 przez A. Streltsova, tzn. po uzyskaniu stopnia doktora nauk przyrodniczych w roku 2013, można stwierdzić, że wniosły one ważny wkład do teorii zasobów kwantowych opartej na zjawisku koherencji. Co więcej, teoria zasobów kwantowych rozwijana przez A. Streltsova ma także znaczenie praktyczne, np. w rozwoju algorytmów kwantowych. Doskonałym wprowadzeniem do rozważanej przez Streltsova problematyki jest praca [H7].

Uważam, że dr A. Streltsov jest wybitnym młodym badaczem, który wniósł istotny wkład do rozwoju kwantowej teorii informacji.

2) Ocena badań dr A. Streltsova nie wchodzących do cyklu prac stanowiących podstawę habilitacji.

Podczas studiów doktoranckich na uniwersytecie w Dusseldorfie A. Streltsov zajmował się relacjami pomiędzy dyskordem kwantowym oraz splątaniem w procesach pomiaru kwantowego. Uzyskał także ważne rezultaty dotyczące kwantyfikacji splątania.

Praca doktorska (obroniona z wyróżnieniem) okazała się na tyle znacząca, że została opublikowana w 2015 roku w ramach serii Springer'a „Briefs in Physics” jako książka zatytułowana „Quantum Correlations Beyond Entanglement and Their Role in Quantum Information Theory”.

Po studiach doktoranckich dr A. Streltsov zaczął zajmować się głównie problematyką zasobów kwantowych, a także problemami tzw. „wspomaganej destylacji koherentnej”. W ostatnich latach także niezwykle ważne zagadnienie splątania w otwartych układach

kwantowych było przez niego badane (wraz ze współpracownikami), aby ustalić czy ewolucja układu jest markowowska czy niemarkowowska. Ta problematyka w naturalny sposób wiąże się z badaniem własności odwzorowań dodatnich zachowujących ślad.

Uważam, że dr A. Streltsov także w tych badaniach, które wykraczają poza problematykę pracy habilitacyjnej wniósł istotny wkład w rozwój kwantowej teorii informacji, zarówno w przypadku układów dwuczęściowych jak i wieloczęściowych.

3) Ocena działalności dydaktycznej dr A. Streltsova.

Już podczas studiów doktoranckich w latach 2009 – 2013 A. Streltsov prowadził ćwiczenia i seminaria dla studentów z następujących działów fizyki teoretycznej:

- 1) Mechanika teoretyczna
- 2) Metody matematyczne I
- 3) Zaawansowana Teoria Informacji Kwantowej
- 4) Teoretyczna Optyka Kwantowa

oraz wykłady pt.

Teoretyczna Optyka Kwantowa i Informacja Kwantowa: Splątanie i Nielokalność.

W latach 2019 – 2020 dr A. Streltsov prowadził wykład pt. „Zaawansowana Informacja Kwantowa: Splątanie i Nielokalność.” Wykład ten dla studentów Uniwersytetu

Warszawskiego był prowadzony mimo że zaangażowanie dr Streltsova jako Lidera Grupy Badawczej w Centrum Optycznych Technologii Kwantowych UW nie wymagało prowadzenia wykładów dla studentów. W tym czasie dr Streltsov prowadził także prace magisterskie i doktoranckie nie tylko jako opiekun dla polskich studentów, lecz także dla studentów i doktorantów z Chin i z Włoch.

Uważam, że aktywność dydaktyczna dr A. Streltsova zasługuje na wielkie uznanie zarówno ze względu na szeroki zakres podejmowanych ćwiczeń, wykładów i seminariów

(fizyka, fizyka kwantowa, metody matematyczne), jak i fakt, iż prowadzi on zajęcia dla studentów nie będąc zobligowany do tego formalnym kontraktem.

Jako konkluzję punktów 1), 2) i 3) mojej oceny, uważam że dr Alexander Streltsov wniósł bardzo istotny wkład do rozwoju podstaw kwantowej teorii informacji, i wnioskuję o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Tomini

A. Jemiotkowski