

Prof. dr hab. Andrzej Grudka
Wydział Fizyki
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
W Poznaniu

Poznań, 5 lipca 2021

Opinia dotycząca wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. Alexanderowi Streltsovi

Dr Alexander Streltsov uzyskał stopień doktora na podstawie rozprawy "The role of quantum correlations beyond entanglement in quantum information theory" na Uniwersytecie Heinricha Heinego w Düsseldorfie w Niemczech. Jako osiągnięcie naukowe na stopień doktora habilitowanego przedstawił On cykl 10 publikacji zatytułowany "Teoria zasobów kwantowych i ich zastosowanie w komunikacji kwantowej". Prace te zostały opublikowane w bardzo dobrych i dobrych czasopismach naukowych w tym Physical Review Letters i Reviews of Modern Physics. Jego wkład w powstanie tych publikacji był dominujący. Przejdę teraz do omówienia i oceny tego cyklu prac. Publikacje te dotyczą badania koherencji i splątania oraz zależności między nimi w układach kwantowych. W pracy [H4] wprowadzono dwie klasy operacji. Są to: rzeczywiście niekoherentne operacje (GIO) i całkowicie niekoherentne operacje (FIO). Pokazano, że żadna z tych klas nie posiada stanu, który można by przekształcić na dowolny stan za pomocą odpowiednich operacji. Jest to bardzo ciekawy wynik, który jest przeciwieństwem wyniku w teorii splątania i klasy lokalnych operacji i klasycznej komunikacji, gdzie taki stan istnieje. Ważnym pytaniem jest pytanie o rozkład operacji kwantowych na operatory Krausa. W pracy [H6] pokazano, że w rozkładzie niekoherentnej operacji występuje co najwyżej d^{4+1} niekoherentnych operatorów Krausa, gdzie d jest wymiarem przestrzeni Hilberta. W niektórych przypadkach udało się tę liczbę zredukować. Wynik ten ładnie ogranicza ilość operatorów Krausa i ma znaczenie w praktycznych obliczeniach. Innym bardzo ważnym problemem jest badanie konwersji stanów w inne stany za pomocą operacji niekoherentnych. Można przy tym rozważyć deterministyczne jak i probabilistyczne przekształcanie stanów. W tym drugim przypadku

jestemy zainteresowani optymalnym prawdopodobieństwem konwersji stanów. W pracy [H8] podano analityczne wyrażenie na to prawdopodobieństwo dla jednoqubitowych stanów początkowych i końcowych. Ponadto wykonano tę konwersję eksperymentalnie w układach optycznych. Jest to ładny przykład połączenia wyników teoretycznych z doświadczeniem. W pracach [H1, H5, H8] zbadano koherencję w układach kwantowych dzielonych przez kilka osób. Pokazano, że w układzie dzielonym przez dwie osoby koherencję można zawsze przekształcić w splątanie oraz znaleziono ilościową relację między koherencją i splątaniem. W pracy [H5] wprowadzono i zbadano następujące klasy operacji: lokalnych operacji i klasycznej komunikacji (LICC), lokalnych operacji kwantowo niekoherentnych i klasycznej komunikacji (LQICC), separowanych niekoherentnych operacji (SI), kwantowo-niekoherentnych operacji separowanych (SQI). Pokazano, że operacje LICC są ścisłym podzbiorem SI, a LQICC są ścisłym podzbiorem SQI. W pracy [H8] zbadano konwersję stanów za pomocą operacji LQICC. Znaleziono optymalne prawdopodobieństwo przekształcenia stanów w przypadku początkowych dwuqubitowych stanów czystych i stanów Wernera. Na uznanie zasługuje fakt, że nie tylko wprowadzono interesujące klasy operacji, ale że w ramach przekształceń za pomocą tych operacji udało się uzyskać analityczne wyniki. Innym ciekawym problemem jest problem łączenia stanów kwantowych. W pracy [H3] rozważono ten problem dla tzw. łączenia niekoherentnego. Znaleziono dolne ograniczenie na sumę pary zasobów: splątania i koherencji, dla których takie łączenie jest możliwe. Co więcej pokazano, że dolne ograniczenie staje się równością w przypadku stanów czystych. Łączenie stanów zostało wykorzystane do obliczenia współczynnika konwersji stanów w przypadku stanów dzielonych przez trzy osoby [H10]. Bardzo podoba mi się prostota otrzymanych wyrażeń matematycznych - odpowiednie wielkości są wyrażone jako funkcje entropii von Neumanna. Wyniki uzyskane powyżej dotyczyły asymptotycznego łączenia stanów, kiedy wykorzystywanych jest wiele kopii stanu. A co z przypadkiem kiedy mamy do czynienia z pojedynczą kopią stanu? Wyniki dotyczące łączenia stanu dla pojedynczej kopii zostały przedstawione w pracach [H2] i [H9]. W tym przypadku rozważono łączenie za pomocą lokalnych operacji i klasycznej komunikacji oraz kiedy użytkownicy mają dostęp do stanów kwantowych o dodatniej częściowej transpozycji. Znaleziono wyrażenia powiązane z wiernością, których wartość charakteryzuje, czy stany mogą być połączone. Uważam te wyniki za ważne. Mają one zastosowanie w eksperymentach, ponieważ znacznie łatwiej jest operować na pojedynczej kopii stanu niż na wielu kopiach. Wreszcie praca [H7] jest pracą przeglądową poświęconą koherencji kwantowej.

Poza pracami wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego Pan dr Alexander Streltsov opublikował 20 publikacji dotyczących kwantowych korelacji, splątania i koherencji. Ważne jest to, że prace te nie ograniczają się do badania koherencji i rozwijają również inną tematykę badawczą Kandydata. Prace te ukazały się w bardzo dobrych i dobrych czasopismach naukowych w tym Physical Review Letters. Poza publikacjami Habilitant może się również pochwalić 10 wykładami na zaproszenie i 35 innymi wystąpieniami ustnymi. Kandydat prowadził badania naukowe w kilku ośrodkach naukowych: Uniwersytecie Heinricha Heinego w Düsseldorfie w Niemczech, Los Alamos National Laboratory USA, Instytucie Nauk Fotonicznych ICFO w Barcelonie w Hiszpanii, Wolnym Uniwersytecie w Berlinie, Politechnice Gdańskiej i Uniwersytecie Warszawskim. Kierował On również trzema projektami badawczymi w tym First Team Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej. Uważam, że Jego dorobek naukowy na tym etapie kariery jest imponujący. Bez wątplenia jest on światowym ekspertem w zakresie koherencji kwantowej.

Pan dr Alexander Streltsov może też pochwalić się osiągnięciami dydaktycznymi. Prowadził ćwiczenia i seminaria do następujących wykładów: Mechanika Teoretyczna, Metody Matematyczne I, Teoretyczna Optyka Kwantowa i Informacja Kwantowa, Zaawansowana Teoria Informacji Kwantowej. Ponadto przygotował wykład Zaawansowana Informacja Kwantowa: Splątanie i Nielokalność. Kandydat opiekował się jedną magistrantką i dwójką doktorantów. Uważam Jego osiągnięcia dydaktyczne za w pełni wystarczające na stopień doktora habilitowanego. W szczególności wysoko oceniam opiekę nad doktorantami. W jednym przypadku doktorant został współautorem artykułu przedłożonego do recenzji.

Pan dr Alexander Streltsov był współorganizatorem jednej konferencji naukowej i jednego sympozjum naukowego. Był On również redaktorem gościnnym specjalnego wydania Quantum Coherence w Journal of Physics A.

Podsumowując pragnę stwierdzić, że dr. Alexander Streltsov spełnia wszystkie ustawowe (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym) i zwyczajowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego i zdecydowanie popieram wnioski o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych.

Andrzej Grudka