

dr hab. Andrzej Jamiołkowski, Prof. UMK  
Instytut Fizyki UMK  
ul. Grudziądzka 5  
87-100 Toruń

Toruń, 22.08.2014

Ocena rozprawy doktorskiej  
mgr Michała Studzińskiego

pt. **Application of theory of groups and  
algebras representations to some quantum  
information processing problems**

Rozprawa doktorska p. M. Studzińskiego dotyczy bardzo aktualnych zagadnień z subdyscypliny mechaniki kwantowej, jaką jest kwantowa teoria informacji. Praca składa się z pięciu publikacji (ze współautorami) zamieszczonych w bardzo dobrych czasopismach z listy filadelfijskiej opublikowanych w ostatnich trzech latach. Są to zgodnie z oznaczeniami mgr Studzińskiego prace:

- [A ] M. Studziński, P. Ćwikliński, M. Horodecki, M. Mozrzyk: *Group Representation Approach to  $1 \rightarrow N$  Universal Cloning Machines*, Physical Review A **89** 052322 (2014).
- [B ] M. Mozrzyk, M. Horodecki, M. Studziński: *Structure and Properties of the Algebra of Partially Transposed Permutation Operators*, Journal of Mathematical Physics **55** 032202 (2014).
- [C ] M. Studziński, M. Horodecki, M. Mozrzyk: *Commutant Structure of  $U \otimes \dots \otimes U \otimes U^*$  Transformations*, J. Phys. A: Math. Theor. **46** 395303 (2013).

[D ] P. Œwikliński, M. Horodecki, M. Studziński: *Region of Fidelities for a  $1 \rightarrow N$  Universal Qubit Quantum Cloner*, Physics Letters A **376** pp. 2178–2187 (2012).

[E ] M. Czechlewski, A. Grudka, M. Horodecki, M. Mozrzykmas, M. Studziński: *Distillation of Entanglement by Projection on Permutationally Invariant Subspaces*, J. Phys. A: Math. Theor. **45** 125303 (2012).

Ten zbiór prac jest opatrzony podsumowaniami w języku polskim i angielskim, w których wskazane są motywacje i główne cele pracy, omówione są wyniki prac składających się na rozprawę oraz sformułowane zostały dalsze perspektywy badań w wybranych zagadnieniach interesujących autora.

Prace wchodzące w skład rozprawy doktorskiej mgr Studzińskiego można podzielić na trzy części, a mianowicie:

1. Pierwsza część, zawierająca prace [E] i [D], dotyczy zastosowań grupy permutacji  $S(n)$  do problemów destylacji splątania oraz opisu uniwersalnych maszyn klonujących w przypadku problemów dwuwymiarowych.
2. Druga grupa artykułów, tzn. prace [C] i [B] zawierają konstrukcję nieredukowalnych reprezentacji *częściowo transponowanych* operatorów permutacji, co stanowi istotne uogólnienie znanych własności operatorów permutacji.
3. Trzecia część, to w istocie praca [A], w której autorzy wykorzystują wcześniej uzyskane rezultaty matematyczne do rozszerzenia wyników uzyskanych w pracy [D], na przypadek wyżej wymienionych problemów.

Analizując łącznie prace od [E] do [A] można powiedzieć, że motywem przewodnim rozprawy jest zastosowanie teorii reprezentacji grupy permutacji  $S(n)$  oraz jej uogólnień wprowadzonych przez autorów, do badania pewnych ważnych zagadnień z kwantowej teorii informacji. W szczególności, autorzy



rozpoczynają w [E] analizę związków pomiędzy maszynami klonującymi (tworzącymi aproksymacje stanów wejściowych) a strukturą grupy  $S(n)$ , aby następnie (po uzyskaniu własnych wyników matematycznych) uogólnić w pracy [A] rozważane problemy na dowolnie-wymiarową przestrzeń Hilberta.

Godny podkreślenia jest fakt, iż wychodząc z problemów sformułowanych w języku kwantowej teorii informacji, aby móc je analizować, autorzy tworzą cały szereg wyników o charakterze ściśle matematycznym, które mają swoją wartość niezależnie od zastosowań. W tym sensie prace mgr Studzińskiego ze współautorami stanowią doskonały przykład działań, które mogą być zaliczone do dziedziny fizyki matematycznej.

Pisząc niniejszą recenzję zmuszony jestem używać zwrotów “autorzy uzyskali”, “autorzy sformułowali”, itp., bowiem omówione prace są wynikiem działania grupy pięciu osób. Zgodnie z przepisami rozprawa opatrzona jest oświadczeniami czterech współautorów na temat ich wkładu w uzyskane rezultaty, lecz w moim przekonaniu lepiej byłoby, gdyby mgr Studziński napisał, które wyniki zostały uzyskane przez niego osobiście. Oczywiście analizując oświadczenia współautorów można wyodrębnić wkład p. Studzińskiego w uzyskane rezultaty i na tej podstawie sformułować ostateczną ocenę rozprawy doktorskiej. Przed tą oceną pragnę zwrócić uwagę autorowi, że dualizm Schura–Weyla liczy już ponad 70 lat.

W oparciu o załączone prace oraz podsumowanie wyników tych prac przygotowane przez autora stwierdzam, że rozprawa pana magistra Michała Studzińskiego pt. *Application of theory of groups and algebras representations to some quantum information processing problems* spełnia pod względem merytorycznym i formalnym wszelkie kryteria ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim. W związku z tym wnoszę o dopuszczenie mgr Michała Studzińskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

