



dr hab. Michał Zieliński, prof. UMK
Instytut Fizyki
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Grudziądzka 5/7
87-100 Toruń

Toruń, 23 sierpnia 2023 r.

Recenzja pracy doktorskiej mgr Gabrieli Marty Wójtowicz

pt. *Extended Reservoir Approach for Quantum Transport and non-Markovian Dynamics*

Mgr Gabriela Wójtowicz przygotowała rozprawę doktorską pod opieką promotora, dr. hab. Marka Ramsa. Artykuły wchodzące w skład rozprawy powstały we współpracy z badaczami zza granicy, w tym gronie należy w sposób szczególny wymienić dr. Michaela Zwolaka z NIST (USA), który jest współautorem wszystkich artykułów wchodzących w skład pracy. Należy także dodać, że w tym ośrodku (NIST) kandydatka do stopnia obyla staż naukowy w ramach Fulbright Junior Research Award 2022/23.

Przedstawiona do recenzji rozprawa dotyczy teoretycznych badań transportu kwantowego, w szczególności procesów nierównowagowego przepływu prądu przez układ kwantowy, tj. złącze, znajdujący się między dwoma rezerwuarami. Praca koncentruje się na badaniach podejścia rozszerzonych otoczeń (ERA, ang. *extended reservoir approach*), w których nieskończone rezerwuary przybliżane są przez układy skończone (z relaksacją obsadzeń), odtwarzające (symulujące) własności rzeczywistych rezerwuarów. Zastąpienie układów nieskończonych skończonymi prowadzi do artefaktów, a istotna część rozprawy omawia kwestie z tym związane oraz metody redukujące rolę artefaktów.

W skład rozprawy wchodzi 6 rozdziałów oraz 4 publikacje oraz artykuł w *arxiv*. W trzech z tych prac mgr Gabriela Wójtowicz jest pierwszą autorką (jedna praca w *Phys. Rev. A Rapid Communications* i dwie prace w *Phys. Rev. B*) oraz praca w *J. Chem. Phys.*, w której jest drugą autorką. W skład rozprawy wchodzi także wspomniana praca w *arxiv*, która w międzyczasie została opublikowana w *Phys. Rev. B*. Prace te (szczególnie ta w *PRA Rapid Communications*), są już całkiem dobrze cytowane mimo niedawnej daty publikacji oraz czysto teoretycznego charakteru prac. Wydruki artykułów dołączono do rozprawy i stanowią one jej integralną część.

Rozdziały 1 i 2 wprowadzają czytelnika w tematykę transportu kwantowego. Rozdział 3 omawia podejście rozszerzonych rezerwuarów, a rozdział 4 własności spektralne ERA oraz anomalie (tzw. Markowską i wirtualną) związane z wyborem parametrów modelu (stałych relaksacji). Rozdział 5 (oparty o publikację *Phys. Rev. B. 108, 035150, 2023*) dotyczy „*accumulative reservoir construction*”, podejścia, w którym ewolucja układu kwantowego w czasie realizowane jest w cyklach składających się w ewolucji koherentnej, na przemian z dyssypacyjną. W końcu, dość obszerny rozdział 6 omawia sieci tensorowe (a w

szczególności *matrix products states*) w kontekście transportu kwantowego i ERA. Jest to o tyle, że użyteczne, że artykuły w *PRB*, *PRA* i *J. Chem. Phys.*, ze względu na specjalistyczny charakter nie zawierają tego rodzaju wprowadzenia.

Rozprawa (rozdziały 1-6) napisana jest po angielsku, zawiera streszczenie po polsku i po angielsku. Rozprawa została także opatrzona krótkim wstępem, listą publikacji, spisem skrótów oraz dwoma załącznikami. Całość została napisana poprawnym, czytelnym językiem. W rozprawie zauważyłem tylko kilka literówek i błędów edytorskich (w polskim streszczeniu). Być może, ze względu na nową tematykę badań i potencjalnych polskojęzycznych czytelników pracy przydałby się (np. tu po sekcji „*Abbreviations*”) słowniczek pojęć w języku polskim.

O ile wstęp do rozprawy można uznać za satysfakcjonujący to brakuje podsumowania. Przydałoby się także dodatkowa informacja o pozostałych osiągnięciach kandydatki (choćby o konferencjach na których prezentowano wyniki badań omawianych w pracy) oraz o (technicznych) szczegółach jej wkładu do wspomnianych pięciu artykułów istotnych dla rozprawy (w tym miejscu proszę mgr Wójtowicz o krótkie omówienie swojego wkładu do poszczególnych prac w trakcie obrony). Mam też pewien niedosyt związany z dynamiką wychodzącą poza przybliżenie Markowa (ang. *non-Markovian*) i prosiłbym o wyjaśnienie, czy tego rodzaju symulacje potrzebne są jedynie do usunięcia artefaktów związanych z ERA, czy też są niezależne od ERA.

Niezależnie o powyższych uwag w mojej opinii praca jest bardzo dobrze napisana i skomponowana oraz zawiera szereg interesujących wyników dotyczących aktywnej dziedziny badań naukowych.

Podsumowanie:

Przedstawiona przez mgr Gabrielę Martę Wójtowicz rozprawa doktorska dotyczy ważnej i aktualnej tematyki badań – fizyki transportu kwantowego - i jest to rozprawa bardzo wartościowa. Wyniki badań zawartych opublikowano w kilku renomowanych czasopismach naukowych. Rozprawa zwraca uwagę swoją jakością naukową oraz dużym rozeznaniem kandydatki w tematyce jej badań.

Moja ocena rozprawy jest jednoznacznie pozytywna. Z pełnym przekonaniem wnoszę o dopuszczenie Pani mgr Gabrieli Wójtowicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie ze względu na wysoką jakość naukową rozprawy wnoszę o jej wyróżnienie.

dr hab. Michał Zieliński, prof. UMK