



prof. dr hab. Roman Ciuryło
Instytut Fizyki
Uniwersytet Mikołaja Kopernika

**Ocena dorobku naukowego i jednotematycznego cyklu publikacji
dra Michała Ławniczaka pt.: „Analiza właściwości widmowych i rozproszonych układów, w
których występuje zjawisko chaosu falowego”**

Dr Michał Ławniczak przedstawił do oceny jednotematyczny cykl publikacji złożony z pięciu prac. Prace te zostały opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych: Scientific Reports – 1 praca, Physical Review E – 2 prace, Physical Review Letters – 2 prace. Był pierwszym współautorem czterech prac a drugim jednej. Zgodnie z wykazem dorobku należy stwierdzić, iż w trzech pracach wkład habilitanta był dominujący, ale i w dwóch pozostałych były bardzo istotny i polegał na kierowaniu projektem, zaprojektowaniu i zbudowaniu układu eksperymentalnego, wykonaniu pomiarów, przygotowaniu oprogramowania oraz interpretacji wyników. Te informacje znajdują potwierdzenie w oświadczeniach pozostałych współautorów. Pewne zastrzeżenia można mieć tu do barku oświadczenia O. Hul pierwszego współautora pracy [H3] (zgodnie z numeracją w autoreferacie a [5] w wykazie dorobku). W takich przypadkach stosownej informacji recenzent oczekuje w oświadczeniu kierownika grupy, w której badania zostały wykonane. Jednak i tu jej nie ma. Ze względu na fakt, iż dotyczy to jednej pracy o mniejszym wkładzie procentowym habilitanta można potraktować ten fakt jako uchybienie nie determinujące ostatecznej oceny całego cyklu prac.

Relatywnie nowym obszarem zainteresowania fizyki kwantowej są układy, które klasycznie wykazują zachowanie chaotyczne. Zaowocowało to rozwojem metod teoretycznych opisujących nieregularne widma wartości własnych tego typu układów. Wraz z rozwojem technik doświadczalnych wzrasta zainteresowanie tego typu układami na przykład w przypadku ultra zimnych zderzeń w obecności magnetycznych rezonansów Feshbacha [P. S. Julienne, Nature 507, 440 (2014)]. O ile ściśle kwantowe realizacje tego typu układów są dość złożone eksperymentalnie to istnieje dla nich prostsza alternatywa. Nie regularne widma wartości własnych można otrzymać w tak zwanych grafach kwantowych intensywnie badanych teoretycznie. Co ciekawe można relatywnie prosto eksperymentalnie realizować ich analogi przy użyciu sieci połączeń mikrofalowych. I właśnie doświadczalna weryfikacja własności grafów kwantowych jest w głównej mierze obiektem badań przedłożonego osiągnięcia.



Praca [H1] poświęcona jest eksperymentalnej symulacji chaotycznych układów kwantowych w skali makroskopowej. Przeprowadzona została przy użyciu układu złożonego z szeregu mikrofalowych połączeń, rozgałęzień, przesuwników fazowych, tłumików oraz cyrkulatorów. Wykorzystano tu fakt, iż równania opisujące amplitudę oscylacji różnicy potencjału pomiędzy rdzeniem a oplotem koncentrycznego przewodu spełnia równanie matematycznie równoważne równaniu Schrödingera. Tego typu układ został przebadany za pomocą mikrofalowego wektorowego analizatora sieciowego w schemacie dwuportowym. Taki pomiar dawał zespoloną dwu wymiarową macierz rozpraszania odpowiadającą kwantowej macierzy rozpraszania S stosowanej w opisie zderzeń układów kwantowych. Zależność macierzy rozpraszania od energii zderzenia zawiera informacje o widmie stanów kwantowych badanego układu. Macierz S powiązana jest z macierzą K , która w zależności od częstości wzbudzanych drgań jest w tej pracy główną obserwabłą. Istotnym osiągnięciem habilitanta było doświadczalne pokazanie, iż przebadane przez niego układy, w których brak jest symetrii ze względu na odwrócenie czasu, mają rozkłady elementów macierzy K zgodne z przewidywaniami teoretycznymi. Co więcej są one istotnie różne od tych, które były przewidywane dla układów, w których symetria ze względu na odwrócenie czasu jest zachowana. To podejście okazuje się bardzo skutecznym sposobem wykrywania złamania symetrii ze względu na odwrócenie czasu w układach kwantowych.

Inną metodą otrzymania widma pewnych stanów stacjonarnych przedstawioną w pracy [H2] było wzbudzenie rezonansów we wnęce mikrofalowej o nie regularnym kształcie. W pracy tej pokazano, że co prawda rozkład i dystrybuanta różnic wartości własnych najbliższych sąsiadów danego widma jest dość nieczuła na 10% procentowe straty w detekcji stanów własnych to inne funkcje jak użyta w pracy [H2] $\Delta_3(L)$ lub $S(\vec{k})$ taką czułość demonstrują.

Wcześniejszym wynikiem habilitanta była eksperymentalna weryfikacja matematycznej hipotezy o tym, że można otrzymać identyczne widmo częstości własnych przy różnych topologiach grafów kwantowych. Wynik doświadczalny pracy [H3] był spektakularny, z dużą dokładnością demonstrując doświadczalną realizację problemu matematycznego postawionego wiele lat wcześniej. Wynik został doceniony przez redakcję prestiżowego Physical Review Letters umieszczeniem ilustracji z pracy [H3] publikacji na okładce numeru tego wydawnictwa. Ponadto autorzy doświadczalnie zweryfikowali relację transplantacji. Praca ta jest eleganckim przykładem doświadczalnej realizacji dość abstrakcyjnych problemów matematycznych. Kolejna praca [H4] stanowi naturalne rozwinięcie tych badań. Pomiar zostały wykonane w niemal dwukrotnie szerszym zakresie częstości oraz porównano szerokości rezonansów z wartościami obliczonymi teoretycznie. Należy podkreślić, że w tym porównaniu otrzymano świetną zgodność wyników doświadczalnych z wartościami obliczonymi teoretycznie.

Zwieńczeniem przedłożonego osiągnięcia była kolejna praca [H5] opublikowana w Physical Review Letters. Jest ona poświęcona eksperymentalnemu testowaniu analitycznych wzorów na liczbę stanów w przypadku weylowskich i nieweylowskich grafów kwantowych. Autor otrzymał świetną zgodność między liczbą zmierzonych rezonansów a liczbą wyznaczoną z prostego wzoru

analitycznego zarówno w przypadku weylowskim jak i po drobnej modyfikacji grafu do postaci nieweylowskiej.

Bez wątplenia uzyskane przez Autora w cyklu prac [H1-H5] wyniki eksperymentalne demonstrujące szereg interesujących własności widm rezonansów grafów kwantowych badanych wcześniej głównie teoretycznie. Ta dość prosta a jednocześnie elegancka doświadczalna weryfikacja szeregu nietrywialnych własności abstrakcyjnych struktur matematyczny stanowi istotne osiągnięcie habilitanta.

Autoreferat bardzo sprawnie prowadzi czytelnika przez cykl publikacji stanowiących osiągnięcie. Nieco drażniąca jest niespójność numeracji prac cyklu w autoreferacie oraz wykazie osiągnięć.

Wymieniony w dokumentacji dorobek naukowy dra Michała Ławniczak składa się z 24 publikacji. Do roku uzyskania stopnia doktora włącznie opublikowane zostało 8 prac, cykl habilitacyjny to 5 prac a pozostały dorobek uzyskany po doktoracie stanowi kolejnych 11 prac. Prace nie wchodzące w skład cyklu habilitacyjnego również zostały opublikowane w uznanych periodykach takich jak: Physical Review Letters, Physical Review E, Physica Scripta, Acta Physica Polonica A. Na podkreślenie zasługuje to, że w 7-miu z spośród pozostałych prac opublikowanych po doktoracie jest pierwszym współautorem. Prace te poświęcone są badaniom układów chaotyczny, wnek mikrofalowych, sieci mikrofalowych, grafów kwantowych, widm macierzy przypadkowych. Pewnym mankamentem dorobku habilitanta po doktoracie jest to, że jego zainteresowania naukowe ciągle są dość blisko związane z tematyką jego pracy doktorskiej. Trudno też nie dostrzec, iż współautorem wszystkich jego prac jest promotor doktoratu profesor Leszek Sirko. Utrudnia to ocenę samodzielności habilitanta. Wyniki uzyskane dotąd przez dra Michała Ławniczaka znalazły już pewien oddźwięk w środowisku naukowym. Jego prace były 116 razy cytowane przez innych badaczy a H-indeks wynosi 10 zgodnie z Web of Science. Warto też odnotować współautorstwo szeregu rozdziałów w monografiach wydawanych przez wydawnictwa takie jak Taylor & Francis Group, Springer lub World Scientific Publishing Co. O rozpoznawalności habilitanta na arenie między narodowej świadczą również wykłady wygłaszane na zaproszenie w Niemczech i Szwecji oraz inne referaty wygłoszone zagranicą. Wszystko to osiągnął mimo braku dłuższego stażu zagranicznego co z jednej strony jest godne uznania i świadczy o wysokim poziomie naukowym instytucji, która zapewniła mu możliwości rozwoju. Z drugiej strony brak doświadczenia w innym otoczeniu nie pozwoliło mu wykorzystać szansy na większe rozszerzenie swoich horyzontów poznawczych, co zresztą uwidacznia się w tematyce prowadzonych badań.

W przeciwieństwie do pewnych uwag krytycznych, które napisałem powyżej, o samodzielności dra Michała Ławniczaka bezspornie świadczy kierowanie dwoma projektami NCN. W ramach działalności organizacyjnej należy wyróżnić aktywny udział w organizacji szeregu edycji Workshop on Quantum Chaos and Localisation Phenomena. Mimo, iż jest pracownikiem instytucji czysto badawczej prowadził działalność dydaktyczną na Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego. Na uznanie zasługuje to, że był promotorem pomocniczym w zakończonym przewodzie doktorskim.

Rozważając przedstawioną przez dra Michała Ławniczaka dokumentację, w mojej ocenie nad uwagami krytycznymi przeważają: wysoka jakość naukowa przedstawionego osiągnięcia potwierdzona publikacjami w Physical Review Letters i Scientific Reports, przeważający wkład habilitanta w otrzymanie prezentowanych wyników oraz samodzielność dodatkowo potwierdzona kierowaniem dwoma grantami NCN i opieką nad doktorantem. Podsumowując stwierdzam, iż przedstawione osiągnięcie oraz pozostały dorobek naukowy spełniają w wystarczającym stopniu ustawowe oraz zwyczajowe wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych. Tym samym wnoszę o przystąpienie do dalszych kroków przewodu i nadanie doktorowi Michałowi Ławniczakowi stopnia doktora habilitowanego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'L. Zi...'.