Poznań, 30.05.14

Prof. dr hab. Maciej Błaszak
Zakład Fizyki Matematycznej
Wydział Fizyki
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Poznań

RECENZJA
rozprawy habilitacyjnej oraz dorobku naukowego dr Macieja Nieszporskiego

Dr Maciej Nieszporski jest zatrudniony w Katedrze Metod Matematycznych Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego od 2003 roku. Wcześniej był zatrudniony na stanowisku asystenta na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Uniwersytetu w Białymstoku.

Dr Nieszporski jest autorem oraz współautorem 19 prac opublikowanych w czasopismach o międzynarodowym zasięgu z tak zwanej „listy filadelfijskiej". Po uzyskaniu stopnia doktora nauk fizycznych habilitant opublikował 14 prac, z czego 9 z dołączonym autoreferatem stanowi rozprawę habilitacyjną zatytułowaną „Operatory różnicowe na sieciach regularnych dopuszczające transformacje typu Darboux". Jedna praca ukazała się w Phys. Lett. A, 2 prace w J. Phys. A, 2 prace w J. Math. Phys, 2 prace w Phys. Rev. E, 1 praca w Glasgow Math. J. oraz 1 praca w J. Nonl. Math. Phys. Obok jednej pracy jednoautorskiej, w skład rozprawy wchodzą publikacje mające od jednego do trzech współautorów. Z oświadczeń współautorów wynika, że ich łączny wkład w poszczególne prace wahał się od 20% do 80%. Z załączonych oświadczeń dość jasno wynika merytoryczny podział wkładów poszczególnych autorów w omawiane prace. Baza Web of Science podaje 82 cytowania tych prac (47 bez autocytowań). Jak na dyscyplinę naukową jaką uprawia habilitant (fizyka matematyczna) jest to wynik zadawalający choć nie oszałamiający. Ponadto, po doktoracie, dr Nieszporski wygłaszał referaty dotyczące wyników swoich osiągnięć naukowych na 10 konferencjach międzynarodowych. Referowała równie wyniki swoich badań w wielu ośrodkach naukowych w kraju oraz zagranicą.

Przedmiotem zainteresowania dr Macieja Nieszporskiego w jego rozprawie habilitacyjnej jest najogólniej mówiąc teoria dyskretnych układów całkowalnych i związanych z nimi geometrii. Teoria nieliniowych układów całkowalnych i modeli rozwiązywalnych jest uznawana za jedną z głównych dziedzin współczesnej fizyki

matematycznej i rozwijana jest w najlepszych ośrodkach naukowych na całym świecie. Odgrywa ona bardzo ważną rolę we współczesnej matematyce i fizyce, pojawiając się jako element wielu teorii takich jak topologiczna teoria pola, teorie strun czy kwantowe kohomologie. Intensywny rozwój teorii nastąpił na przełomie lat 60-tych i 70-tych XX wieku kiedy skonstruowano nową metodę całkowania pewnych nieliniowych równań różniczkowych cząstkowych (równanie Korteweg de Vriesa, nieliniowe równanie Schröedingera czy równanie sin-Gordona) bazującą na teorii spektralnej operatorów. Równania z całkowalnej hierarchii pojawiają się jako izospektralne deformacje operatora Lax'a danej hierarchii. Metoda ta, zwana metodą odwrotnego rozpraszania wyjaśniła istnienie tak zwanych rozwiązań solionowych oraz ich stabilność, odkrytą wcześniej metodami numerycznymi. W ciągu kolejnych dekad rozwinięto kolejne narzędzia matematyczne badające naturę i własności nieliniowych całkowalnych cząstkowych równań różniczkowych takie jak transformacje Darboux-Bäcklunda, teoria r-macierzy czy teoria bihamiltoniwska.
W połowie lat 90-tych czołowi specjaliści z teorii układów całkowalnych zaczęli zwracać swoje zainteresowanie w kierunku nieliniowych układów dyskretnych, ważnych zarówno z punktu widzenia ich roli w fizyce teoretycznej jak również matematyce, np. teorii funkcji specjalnych. Okazało się, że podstawowe metody rozwiązywania układów całkowalnych, takie jak transformacje Darboux-Bäcklunda, metoda spektralna czy metody geometrii algebraicznej mogą być przeniesione na poziom całkowalnych układów dyskretnych.

Ważnym krokiem w teorii nieliniowych całkowalnych równań różniczkowych cząstkowych było powiązanie ich z pewnymi klasami powierzchni. Klasycznym przykładem są powierzchnie pseudosferyczne, dla których kąt między liniami asymptotycznymi spełnia równanie sinus-Gordona, będące przykładem nieliniowego całkowalnego równania różniczkowego. Konstrukcję wiążącą układy całkowalne z odpowiednimi powierzchniami zawdzięczamy Antoniemu Symowi, którego uczniem jest habilitant. Następnym naturalnym krokiem była więc próba przeniesienia metody w świat geometrii różnicowej i nieliniowych całkowalnych równań różnicowych. Polegało to na wybieraniu klasy powierzchni opisywanych przez całkowalne nieliniowe równania różniczkowe i dyskretyzacji tych powierzchni w taki sposób by klasa dyskretnych sieci opisywana była przez całkowalne nieliniowe równania różnicowe.

Z punktu widzenia tak zwanej reprezentacji Lax'a, konstrukcja nieliniowych całkowalnych równań różniczkowych sprowadza się do poszukiwania liniowych operatorów różniczkowych drugiego i wyższych rzędów dla których w zagadnieniu spektralnym istnieje transformacja Darboux. Całkowalna dyskretyzacja polega na takiej wybranej dyskretyzacji odpowiedniego operatora różniczkowego, aby powstały operator różnicowy dopuszczał transformację Darboux w pełnej analogii do swego odpowiednika różniczkowego.

Złożoność zagadnienia dyskretnego wiąże się z tym iż w przypadku ciągłym mamy możliwość zmiany parametryzacji powierzchni. Podobnie operatory różniczkowe liniowe drugiego rzędu o dwóch zmiennych niezależnych (operatory Lax'a) sprowadzane są przez odpowiedni dobór parametryzacji do prostej postaci kanonicznej. Również pewnego typu redukcje można uzyskać na poziomie ciągłym za pomocą odpowiedniej parametryzacji. Niestety odpowiednik parametryzacji nie istnieje na poziomie dyskretnym i dla każdej parametryzacji z osobna należy szukać dyskretyzacji dopuszczających transformacje Darboux. Dyskretyzacje dopuszczające transformacje Darboux są tematem 7 z 9 prac składających się na rozprawę habilitacyjną. Dwie pozostałe prace dotyczą zastosowania wyników poprzednich prac w konstrukcji nowych (2+1)-wymiarowych nieliniowych całkowalnych układów dynamicznych na sieciach kwadratowych i trójkątnych.

W pracy H1 konstruowane są całkowalne dyskretyzacje na sieci kwadratowej następujących trzech eliptycznych operatorów różniczkowych drugiego rzędu:

1. $A\partial_x^2+A_{,x}\partial_x+B\partial_y^2+B_{,y}\partial_y-F$
2. $\partial_x^2-\partial_y^2-Q$
3. $A\partial_x^2+B\partial_y^2+2S\partial_x\,\partial_y+(A_{,x}+S_{,y})\partial_x+(B_{,y}+S_{,x})\partial_y-F$.

Pierwsze dwie dyskretyzacje są 5-punktowe, ostatnia 7-punktowa. Ponadto skonstruowane zostały w jawnej postaci transformacje Darboux dla wszystkich trzech dyskretyzacji.

W pracy H6 pokazana jest całkowalna 6-punktowa dyskretyzacja oparta na sieci trójkątnej najogólniejszego liniowego operatora różniczkowego dwóch zmiennych

$$A(x,y)\partial_x^2+B(x,y)\partial_y^2+2S(x,y)\partial_x\,\partial_y+G(x,y)\partial_x+H(x,y)\partial_y+F(x,y)$$

dopuszczająca transformację typu Darboux. Badane były również mniej punktowe redukcje zachowujące transformacje Darboux.

W ostatnim dziesięcioleciu wiele wysiłku poświęcono badaniom układów dynamicznych na różnych zbiorach dyskretnych, niekoniecznie na standardowych sieciach z niezmienną stałą sieciową. Typowymi przykładami najczęściej badanymi są tak zwane q-sieci, gdzie odległość między punktami w danym kierunku rośnie lub maleje w postępie geometrycznym. Praca H4 pokazuje, że wyniki prac H1 i H6 można przenieść z operatorów różnicowych na tak zwane operatory q-różnicowe z odpowiednią q-dyskretyzacją transformacji Darboux. W konsekwencji pozwala to na konstrukcję całkowalnych q-dyskretnych równań różnicowych.

Prace H5 i H7 dotyczą konstrukcji całkowalnych przejść na podsiatki. W pracy H5 rozważana jest siatka kwadratowa. Pokazany jest związek między 4-punktowym operatorem Moutarda a samosprzężonym operatorem 5-punktowym na odpowiedniej podsieci. W konsekwencji, z transformacji Darboux dla dyskretnego równania Moutarda wyprowadzono transformację Darboux dla samosprzężonego równania 5-punktowego oraz z rozwiązań algebro-geometrycznych dyskretnego równania Moutarda skonstruowano odpowiednie rozwiązania dla samosprzężonego równania 5-punktowego dla podsieci. Praca H7 prezentuje analogiczną metodę zastosowaną do sieci postaci parkietażu rombicznego. Pokazano związek między samosprzężonym operatorem 7-punktowym na posieci triangularnej a operatorem Moutarda zbudowanym na rombach parkietażu. Również tutaj metoda przejścia na podsiatkę pozwala wyprowadzić transformację Darboux dla 7-punktowego operatora samosprzężonego z transformacji typu Darboux dla dyskretnego równania Moutarda.

Wreszcie prace H2 i H8 zawierają konstrukcje całkowalnych hierarchii nieliniowych układów dynamicznych na sieciach kwadratowych i trójkątnych za pomocą reprezentacji Lax'a, z Darboux współzmienniczymi liniowymi operatorami 7- i 5-punktowymi skonstruowanymi w pracy H1 I H6. Są to tak zwane uogólnione łańcuchy Tody z ciągłym parametrem ewolucji, na 2-wymiarowych sieciach kwadratowych i trójkątnych. Transformacja typu Darboux dla operatora liniowego Laxa pozwoliła skonstruować transformację Bäcklund'a dla rozwiązań. Badane były również dopuszczalne całkowalne redukcje tak skonstruowanego łańcucha.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana rozprawa habilitacyjna zawiera nowe i wartościowe rezultaty dotyczące ogólnej teorii „całkowalnych" powierzchni dyskretnych, opisywanych przez nieliniowe całkowalne równania różnicowe oraz związanych z nimi liniowych operatorów różnicowych dopuszczających transformacje Darboux. Wprawdzie habilitant najbardziej ceni prace H1, H6 oraz H9, to jednak dla mnie, z subiektywnego punktu widzenia, najciekawsze są prace H2 i H8, w których korzystając z narzędzi zbudowanych w pracach H1 I H6, skonstruowano nieliniowe hierarchie całkowalnych układów dynamicznych na sieciach kwadratowych i trójkątnych. Ponadto wyprowadzone transformacje Bäcklunda pozwalają znaleźć interesujące z punktu widzenia fizyki rozwiązania tych układów. Włączenie prac H5 i H7 do rozprawy habilitacyjnej uważam za nieporozumienie. Wprawdzie tematycznie bardzo do niej pasują, nie mniej wkład habilitanta w te prace był na tyle mały, że trudno je zaliczyć jako jego samodzielne osiągniecie naukowe. Zdecydowanie powinny znaleźć się jako prace w dorobku naukowym.

Dorobek naukowy dr Macieja Nieszporskiego, nie wchodzący w skład rozprawy habilitacyjnej, stanowi 10 prac naukowych opublikowane w czasopismach z listy filadelfijskiej – w tym 5 po doktoracie. Wszystkie one dotyczą sieci i związanych z nimi dyskretnych układów całkowalnych.

Prace H10 do H14 związane są z badaniem kongruencji Weingartena, a w szczególności badanie ich całkowalnych aspektów, co pozwoliło Maciejowi Nieszporskiemu na znalezienie szeregu całkowalnych podklas badanych kongruencji. Dzięki temu możliwe było znalezienie szeregu dyskretnych układów całkowalnych. W szczególności dyskretnego układu Bianchiego-Ernsta i układu Fubiniego-Ragazi.

Prace H17 do H19 poświęcone są pewnym układom rekurencji zadanych na krawędziach sieci Z^n, które dopuszczają istnienie trójparametrowej rodziny potencjałów zadanych na wierzchołkach sieci. Dla szczególnych wartości parametrów potencjał spełnia całkowalne równania konsystencji na sześcianie.

Dr Maciej Nieszporski przedstawiał wyniki swoich badań w postaci referatów na ponad dziesięciu międzynarodowych konferencjach naukowych z dziedziny fizyki teoretycznej i matematycznej. Miedzy innymi w Australii, Kanadzie, Wielkiej Brytanii, Włoszech, Hiszpanii, Grecji i Bułgarii. Za swoje wyniki w pracy naukowej był nagrodzony nagrodą Rektora Uniwersytetu Warszawskiego. Przyglądając się dorobkowi naukowemu dr Nieszporskiego można zauważyć, iż znacząca większość prac posiada kilku współautorów. Jest to niestety typowa sytuacja dotycząca większości naszych młodych naukowców a związana w większości przypadków ze sposobem finansowania nauki zarówno w Polsce jak i na świecie. Jego prace obejmują dość specjalistyczny obszar zagadnień z dziedziny fizyki matematycznej co jest niestety coraz bardziej charakterystyczne w czasach coraz większej specjalizacji i zawężania obszaru badań. Nie mniej miałem okazję spotykać dr Nieszporskiego na różnych międzynarodowych konferencjach naukowych jak również na Uniwersytecie w Leeds gdzie habilitant odbył dwuletni staż naukowy w jednym z najlepszych światowych zespołów naukowych zajmujących się teorią całkowalności. Zauważyłem, że dr Nieszporski cieszył się wszędzie dużym autorytetem jako dobrze znany i ceniony specjalista w uprawianym przez siebie obszarze nauki.

Jako nauczyciel akademicki dr Nieszporski ma typowy dorobek dydaktyczny. Prowadził wykłady z metod matematycznych fizyki i wykłady z matematyki dla fizyków.

Prowadził ćwiczenia z analizy matematycznej, metod matematycznych w fizyce, mechaniki klasycznej oraz geometrii różniczkowej.

Oceniam, że dorobek naukowy dr Macieja Nieszporskiego jest wartościowy a habilitant jest dojrzałym i aktywnym badaczem, który dobrze opanował warsztat naukowy oraz posiada ustaloną tematykę badawczą, pozwalającą na jego dalszy rozwój naukowy.

Podsumowując, stwierdzam iż przedstawiona mi do oceny rozprawa habilitacyjna oraz dorobek naukowy dr Macieja Nieszporskiego spełniają wymagania stawiane przy ubieganiu się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk fizycznych i wnoszę o dopuszczenie go do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.