Prof. dr hab. Ziemowit Popowicz
Instytut Fizyki Teoretycznej
Uniwersytet Wrocławski
pl. M. Borna 9
50-204 Wrocław

Ocena dorobku naukowego i pracy habilitacyjnej

" Operatory różnicowe na sieciach regularnych dopuszczające transformacje typu Darboux"

dr Maciej Nieszporski

Dr Maciej Nieszporski jest autorem 4 samodzielnych oraz współautorem 15 prac naukowych w większności opublikowanych w międzynarodowych czasopismach o wysokiej randze.

Rozprawa habilitacyjna to cykl 9 prac, z których jedna jest napisana samodzielnie, a pozostałe napisane razem z P.M. Santinim, A. Doliwą, P. Małkiewiczem oraz z P. Grinevichem. Do dokumentacji habilitacyjnej zostały dołączone oświadczenia habilitanta oraz współautorów o ich procentowym udziale w pracach.

19 prac dr. Nieszporskiego było cytowanych według bazy Web of Science z dnia 12.05.2014 82 razy, a bez samocytowań 47 razy. Index Hirscha h wynosi 6.

Dr Maciej Nieszporski jest wychowankiem "warszawskiej szkoły solitonowej". W 2003 roku uzyskał tytuł doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki na podstawie rozprawy doktorskiej "Kongruencje Weingartena jako źródło układów całkowalnych", której promotorem był prof. dr hab. Antoni Sym. Od 1999 do 2003 r. był asystentem na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Uniwersytetu w Białymstoku. Od 2003 r. do chwili obecnej jest adiunktem na Wydziale Fizyki Uniwersystetu Warszawskiego.

1 Habilitacja.

Rozprawa habilitacyjna dotyczy dyskretyzacji całkowalnych równań różniczkowych ważnych z punktu widzenia fizyki i metod numerycznych. W literaturze można spotkać się z wieloma metodami dyskretyzacji takich równań a metodę zaprezentowaną przez habilitanta można nazwać uciągleniem rzeczywistości dyskretnej.

W 1875 roku T. Moutard skonstruował przekształcenie różniczkowego równania hiperbolicznego typu $u_{x,y} = \lambda(x,y)u$, $u = u(x,y)$ w równanie tego samego typu lecz z innym współczynnikiem $\lambda = \lambda_1(x,y)$. Równoczesne przekształcenie rozwiązań i współczynników równań pary równań może być sformułowane jako kowariancja odpowiednich operatorów. Kowariancja oznacza, iż rząd i forma operatorów jest zachowana po przekształceniu. Transformacja Moutarda jest odpowiednikiem przekształcenia Laplace'a, jest znana w geometrii i można ją traktować jako transformację Daurbox występującą w teorii solitonów.

Cechą charakterystyczną teorii solitonów jest pojęcie całkowalności. Obecnie trudno jest podać, co należy dokładnie rozumieć przez całkowalność, gdyż istnieje wiele definicji tego pojęcia. W większości prac przyjmuje się, że przez całkowalność należy rozumieć występowanie transformacji Bäcklunda, Darboux lub istnienie układu równań liniowych, tzw. par Laxa, współzmienniczych względem transformacji Darboux.

Poprzez odpowiedni dobór parametryzacji jedno z równań pary Laxa można przedstawić w postaci kanonicznej

$$[\partial_{x,x} + \epsilon\partial_y\partial_x + \alpha(x,y)\partial_x + \beta(x,y)\partial_y + \gamma(x,y)]\Psi(x,y) = 0$$

gdzie $\epsilon = -1, 0, 1$

Habilitant proponuje, aby rozpatrzyć dyskretną wersję tego równania, znaleźć dyskretne przekształcenie Darboux, przy pomocy tego przekształcenia skonstruować rozwiązania i przebadać ciągły odpowiednik tej dyskretyzacji.

2 Ocena prac wchodzących do rozprawy habilitacyjnej.

Dziewięć prac wchodzących do rozprawy habilitacyjnej było 26 razy cytowanych bez autocytowań. Dwie z tych prac oznaczone jako H1 i H6, jak zaznacza sam dr Nieszporski, są kluczowe dla zrozumienia pozostałych publikacji.

praca H6.

W tej samodzielnie napisanej pracy habilitatnt bada różnicowy operator drugiego rzędu określony w sześciu punktach i zawierający sześć dowolnych funkcji. Pokazuje iż w tym przypadku można skonstruować dyskretny analog transformacji Darboux. Następnie bada możliwe redukcje funkcji swobodnych, które nie niszczą transformacji Darboux. W ten sposób habilitant skonstruował dyskretny analog równania Moutarda.

praca H1

Ta praca napisana jest wspólnie z P.M. Santinim i A. Doliwą. Autorzy proponują w niej rozpatrzenie trzech różnych dyskretyzacji operatorów eliptycznych. Swój wkład w powstanie pracy habilitatnt określił na 70 %. Autorzy na oznaczenie poszczególnych dyskretyzacji wprowadzają w pracy nazwy $\mathcal{L}_5, \mathcal{L}_{SchInt}, \mathcal{L}_7$ .Pierwsze dwie dyskretyzacje są nowe, a trzecia była znana wcześniej. Tutaj piątka i siódemka oznacza, iż dyskretyzacja określona jest w 5 lub 7 punktach sieci. Dyskrtyzacja $\mathcal{L}_{SchInt}$ jest interesująca z punktu widzenia fizyki gdyż jego ciągła wersja prowadzi do dwuwymiarowego stacjonarnego równania Schrödingera. Dyskretny analog transformacji Darboux został skonstruowany dla tych trzech różnych dyskretyzacji. Następnie autorzy badaja przypadek ciągły i pokazują, że dla dyskretyzacji $\mathcal{L}_{SchInt}$ można skonstruować analog transformacji Moutarda, który w przypadku ciągłym stanowi znaną transformację Moutarda. Zdaniem recenzenta jest to bardzo wartościowy wynik, który wymagał wielu nieudanych, a w końcu udanych prób konstrukcji dyskretyzacji $\mathcal{L}_{SchInt}$.

praca H2

Powstała przy współpracy z A. Doliwą i P.M. Santinim praca, w której operator $\mathcal{L}_{SchInt}$ z pray $H1$ wykorzystuje się do konstrukcji pary Laxa i uogólnionej siatkę Tody. W tym przypadku autorzy otrzymują układ równań z dwiema zmiennymi dyskretnymi i jedną ciagła. W pracy została skonstruowana transformacja Darboux, która umożliwiła konstrukcję transformacji Bäcklunda. Jest to dojrzała praca. Pokazuje się w niej, jakie korzyści płyną z transformacji Darboux poprzez konstrukcję różnych typów rozwiązań uogólnionej siatki Tody. Okazuje się, że tak uogólniona siatka Tody może być przepisana w postaci τ−funkcji, które są połączone z τ funkcją Kadomtseva-Petviashviliego hierarchii typu B. W pracy zabrakło mi rozważań o zachowaniu się uogólnionej siatki Tody, gdy jedna z dyskretnych zmiennych staje się zmienną ciągłą. Swój wkład do pracy dr M. Nieszporski ocenił na 40 %.

praca H8

Podobnie jak praca $H2$ została napisana wspólnie z A. Doliwą i P.M. Santinim. Habilitant określił w niej swój wkład na 40 %. O ile w pracy $H2$ autorzy rozpatrywali operatory dyskretne o przesunięciu ± 1, tak teraz autorzy badają operatory o przesunieciach ± 2 i ± 3, czyli tak zwane siatki kwadratowe i trójkątne. Dla tych operatorów autorzy tworzą odpowiednie pary Laxa, które zależą od siedmiu funkcji dynamicznych. Warunek zgodności pary Laxa daje cztery równania dynamiczne oraz trzy więzy. W szczególnym przypadku siatki kwadratowej operator z pary Laxa w przypadku ciągłym przechodzi w dwuwymiarowy operator Schrödingera. Dla operatora z siatki trójkątnej w przypadku ciągłym otrzymamy operator liniowy drugiego rzędu w zmiennych x, y. Jak zauważają sami autorzy, równania otrzymane z pary Laxa jak na razie nie mają żadnego zastosowania fizycznego. W dalszej kolejności autorzy budują transformację Darboux i Bäcklunda oraz badają dynamikę równań dla różnych redukcji zmiennych pojawiających się w parze Laxa.

praca H4

Praca napisana wspólnie z magistrantem dr. Nieszporowskiego mgr. P. Małkiewiczem. Autorzy zadeklarowali równy wkład w powstanie pracy. Jest to tak zwany materiał konferencyjny. W ostatnich latach pojawiło się wiele prac, w których omawia się różne zastosowania tzw. q-rachunku. Ten rachunek można interpretować jako pewnego rodzaju dyskretyzację, w której wykorzystuje się tzw. q-operatory przesunięcia $T_x^q f(x, y) = f(qx, y), T_y^q f(x, y) = f(x, qy)$. Praca H4 pokazuje, jak idee z pracy H1 i H6 mogą być adoptowane na potrzeby q-rachunku. Tę pracę uważam za najsłabszą pracę w habilitacji, gdyż nie zawiera ona żadnych nowych idei.

praca H5

Ta praca ma trzech współautorów A. Doliwę, P. Grinevicha i P.M. Santiniego. Autorzy wprowadzają i badają "*metodę podsiatek*". Dr M. Nieszporski określił swój udział w tej pracy na 25 %, a z oświadczeń współautorów należy sądzić iż pomysł użycia podsiatek należy do habilitanta. Metoda podsiatek polega na eliminacji nieparzystych punktów kraty w n-punktowym równaniu dyskretnym, co w konsekwencji prowadzi do nowego równania dyskretnego z większą ilością niż n punktów parzystych. Autorzy stosują tę metodę do dyskretnego 4-punktowego równania Moutarda i otrzymują pięciopunktowy operator Moutarda. Wynikiem tej pracy, poza zdefiniowaniem samej procedury, jest zbudowanie transformacji Darboux i formuły superpozycji dla dyskretnego równania Moutarda. Jak wynika z oświadczeń habilitatnta i współautorów, konstrukcja algebraiczno-geometrycznych rozwiązań dyskretnego równania Moutarda nie należy do dr. M. Nieszporskiego.

praca H7

Praca powstała przy współpracy z A. Doliwą i P.M. Santinim. Habilitant określił w niej swój wkład na 15 %. Autorzy stosują tutaj metodologię z pracy H5. Habilitant krótko i treściwie scharakteryzował cel i wyniki tej pracy w swoim autoreferacie dołączonym do dokumentacji. Osobiście taktykę pracy H7, nie wchodząc w specyficzną terminologię" *sieciową*", określę jako wykorzystanie wielu dyskretnych równań Moutarda do skonstruowania samosprzężonego dyskretnego operatora określonego w 7 punktach. Autorzy przebadali tę konstrukcję dla sześciu i trzech kopii równania Moutarda. Dzięki tej metodzie podsiatkowej autorzy skonstruowali dla poszczególnych przypadków transformację typu Darboux. W jednym z rozdziałów tej pracy autorzy podają geometryczną interpretację transformacji Lapace'a dla dyskretnego operatora 7-punktowego .

praca H3

Praca napisana wspólnie z P. M. Santinim w której habilitant określił swój udział na 80%, jest tzw. materiałem konferencyjnym. W pracy tej dokonuje się geometrycznego oglądu dyskretnych przekształceń Darboux dla dyskretnych operatorów $\mathcal{L}_5, \mathcal{L}_7$ występujących w pracy H1. Tutaj wykorzystuje się spostrzeżenie iż transformacja Darboux jest związana z formułami Lelieuvre. Formuły Lelieuvre umożliwiają odtworzenie powierzchni z zadanego pola (ko)normalnego i afinicznej formuły fundamentalnej. Praca ta pokazuje głębokie związki dyskretyzacji całkowalnych z geometrią dyskretną .

praca H9

Praca powstała przy współpracy z A. Doliwą w której obaj autorzy po równo określili swój udział, została opublikowana w specjalnym wydaniu *Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical* poświęconym układom całkowalnym. Jest ona przeglądową pracą, jednak zawiera także nowe wyniki. Do tych rezultatów należy zaliczyć szczegółowe prześledzenie redukcji operatora dyskretnego do transformacji Darboux dla dyskretnego równania Goursata. Równanie Goursata było drugim równaniem po równaniu Moutarda, dla którego udało się skonstruować analog transformacji Moutarda.

3 Ocena osągnięć naukowo-badawczych

Dr M. Nieszporowski jest autorem lub współautorem 19 prac. 14 prac powstało po uzyskaniu przez habilitatnta w 2003 roku tytułu doktora. Dziewięć jego prac wchodzi do rozprawy habilitacyjnej. Z pozostałych dziesięciu prac 3 są samodzielnie napisane, a pozostałych 6 powstało we współpracy z A. Symem, A. Doliwą, P. Santinim , J. Kassotakisem i J. Atkinsonem. Sześć prac to tak zwany nateriał konferencyjny opublikowany w recenzowanych czasopismach, a dwie prace zostały opublikowane także w recenzowanych specjalnych międzynarodowych czasopismach poświęconych określonej tematyce.

Wszystkie te prace są monotematyczne i dotyczą dyskretnego i geometrycznego aspektu teorii układów całkowalnych. Prawie we wszystkich pracach habilitanta można znaleźć słowo *Moutard.*

Wszystkie prace habilitanta były cytowane według bazy Web of Science z dnia 21.05.2014 82 razy a bez samocytowań 47. Tak zwany index Hirscha h wynosi 6. Sumaryczny pięcioletni Impact Factor wszystkich publikacji dr M. Nieszporowskiego według listy Journal Citation Reports wynosi 25.11, a zgodnie z rokiem opublikowania 23.4.

Baza cytowań *Google scholar* podaje znacznie wyższą liczbę cytowań prac dr. M. Nieszporowskiego niż baza Web of Science. Dzięki tym dwóm bazom zauważyłem, iż prace habilitanta były cytowanie przez wybitnych uczonych od dyskretnej geometrii jak i od teorii solitonów, takich jak A. Bobenkę, I. Krichevera, Y. Surisa, W. Adlera, co oznacza, iż te prace zostały zauważone i docenione przez specjalistów.

4 Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego.

Dr M. Nieszporski prowadził wykład z Metod matematycznych fizyki dla studentów Uniwersytetu w Białymstoku oraz wykłady z Matematyki I-III dla studentów Uniwersytetu Warszawskiego. Był opiekunem 2 prac licencjackich oraz jednej pracy magisterskiej. Jest współautorem skryptu z Matematyki dla kierunku Neuroinformatyka.

Dr M. Nieszporski był stypendystą Marie Curie Intra-European Fellowship w Uniwerytecie Leeds w Wielkiej Brytanii w latach 2005-2007. Habilitatnt przebywał na krótszych lub dłużych stażach zagranicznych: dwa razy w Wielkiej Brytani, 14 razy we Włoszech oraz jeden raz w Australii. Brał udział w komitetach organizacyjnych dwóch konferencji. Wygłosił referaty na 10 międzynarodowych konferencjach.

Habilitatnt był wykonawcą w czterech projektach badawczych. 17 razy był recenzentem publikacji w czasopismach międzynarodowych.

5 Konkluzja.

Prace wchodzące do rozprawy habilitacyjnej stanowią spójną przemyślaną całość. Wyniki zaprezentowane w pracach wchodzących do habilitacji znacznie posunęły nasze rozumienie dyskretnych strutur całkowalnych. Całość osiągnięć naukowych oraz jego dorobek dydaktyczny i popularyzatorski dają podstawę do wniesienia wniosku o dopuszczenie dr M. Nieszporskiego do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Podsumowując: *uważam, że dorobek dr M.Nieszporskiego spełnia ustawowe kryteria pozwalające nadać mu tytuł doktora habilitowanego.*

Prof. dr hab. Ziemowit Popowicz

Wrocław 21.05.2014