

dr hab. Piotr Mikołaj Soltan, prof. UW
Katedra Metod Matematycznych Fizyki
Wydział Fizyki
ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa
e-mail: piotr.soltan@fuw.edu.pl

RECENZJA PRACY HABILITACYJNEJ DR. PIOTRA STACHURY PT. „OD PODWÓJNYCH GRUP LIEGO PRZEZ GRUPOIDY RÓŻNICZKOWE DO GRUP KWANTOWYCH”

Recenzja przygotowana na zlecenie zastępcy dyrektora ds. naukowych
IMPAN w Warszawie dr. hab. Piotra Nowaka z dnia 19. września 2019.

Ocena osiągnięć habilitanta przeprowadzona jest na podstawie materiałów przedłożonych przez dr. Piotra Stachurę oraz baz danych WebOfScienc i MathSciNet według kryteriów wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Nauki i szkolnictwa wyższego z dnia 1. września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dziennik Ustaw Nr 196, Poz. 1165). Dodatkowo w części 3. zamieszczona jest opinia merytoryczna na temat wyników opisanych w pracach wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego.

Przed przedstawieniem mojej oceny pragnę krótko opisać moje związki z habilitantem. Opiekunem pracy magisterskiej Piotra Stachury był profesor S.L. Woronowicz, który był dziesięć lat później opiekunem mojej pracy magisterskiej, a za kolejne cztery lata promotorem mojego doktoratu. Dr Stachura pracował w Katedrze Metod Matematycznych Fizyki na Wydziale Fizyki UW przez całe moje studia (podczas których byłem aktywnym uczestnikiem seminariów zakładowych KMMF) i znaczną część moich studiów doktoranckich w Katedrze. Łączyła nas niekiedy dość ścisła współpraca. Przykładowo, gdy byłem jeszcze zupełnie niedoświadczonym studentem trzeciego roku, wygłosiliśmy z Piotrem wspólny referat na seminarium „Algebry operatorów i ich zastosowania w fizyce” razem z dr. Stachurą. Prowadziliśmy także wspólnie zajęcia na Wydziale Fizyki. Wreszcie od 2003 do 2011 roku byliśmy obaj pracownikami Katedry Metod Matematycznych Fizyki.

1. KRYTERIA OCENY W ZAKRESIE OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH (§§3 i 4 ROZPORZĄDZENIA)

1.1. Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (§3 ust. 3. lit. a)

Wykaz opublikowanych prac naukowych przedłożony przez dr. Stachurę wymienia 12 prac opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports na przestrzeni 27 lat. Dziewięć spośród tych publikacji jest jednoautorskich i te poświęcone są grupom kwantowych lub grupoidom. Pozostałe trzy skupiają się na zagadnieniach mechaniki ([St₅]) oraz kwantowej mechaniki statystycznej ([St₄, St₇]).

Wyróżniającymi się publikacjami są prace [St₁] i [St₂], z których pierwsza jest podsumowaniem pracy magisterskiej habilitanta i oparta jest na wynikach ogłoszonych w [Wor]. Zebrały one po 12 cytowań odpowiednio od 1992 i 1998 roku. Pierwsza ukazała się w dobrym czasopiśmie, a

Data: 7. listopada 2019.

druga w dość dobrym. Pozostałe prace zostały opublikowane w czasopiśmie, które zaliczyłbym do „średnich”.

1.2. Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopiśmie międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3, dla danego obszaru wiedzy (§4 ust. 1.)

Oprócz prac z indeksu JCR dr Stachura opublikował w Banach Center Publications podsumowanie swojego doktoratu ([St₃]) z dodatkiem będącym kompilacją notatek S. Zakrzewskiego.

1.3. Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych (§4 ust. 2.)

Najprawdopodobniej do tej kategorii publikacji można zaliczyć współautorstwo rozwiązań do zadań ze zbioru zadań „Od liczb zespolonych do kwadryk. Zbiór zadań algebry z rozwiązaniami” (Katedra Metod Matematycznych Fizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, 2010).

1.4. Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania (§4 ust. 3.)

Habilitant podaje wartość 9.396.

1.5. Liczba cytowań publikacji według bazy WebOfScience (§4 ust. 4.)

Na dzień 6. listopada 2019 liczba cytowań wynosi 40 w tym 8 autocytowań.

1.6. Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy WebOfScience (§4 ust. 5.)

Baza WebOfScience podaje $h = 4$ (po uwzględnieniu publikacji [St₂], która nie jest przez tę bazę łączona z nazwiskiem habilitanta). Baza danych MathSciNet podaje $h = 3$.

1.7. Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach (§4 ust. 6.)

Dr Stachura nie kierował projektami badawczymi. Brał udział w trzech projektach KBN (w tym jeden łączony z grantem *Transfer of Knowledge* Komisji Europejskiej).

1.8. Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową albo artystyczną (§4 ust. 7.)

W dokumentach przedłożonych przez dr. Stachurę nie ma informacji o nagrodach o zasięgu krajowym lub międzynarodowym.

1.9. Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych (§4 ust. 8.)

W ciągu swojej kariery naukowej dr Stachura wygłosił dziesięć referatów na międzynarodowych konferencjach (w wykazie jeden z nich jest opatrzony nazwiskami innych naukowców – domyślam się, iż był on rodzajem raportu na temat ich dokonań).

2. KRYTERIA OCENY W ZAKRESIE DOROBKU DYDAKTYCZNEGO I POPULARYZATORSKIEGO ORAZ WSPÓLPRACY MIĘDZYNARODOWEJ (§5)

2.1. Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych (ust. 1.)

Jeden z projektów wymienionych w punkcie 1.7, w których habilitant był wykonawcą połączony był z programem *Transfer of Knowledge* Komisji Europejskiej.

Oprócz tego dr Stachura brał udział w projekcie „Cyfrowa Akademia” finansowanym przez NCBIr i wykonany przez konsorcjum Centrum Edukacji Obywatelskiej, SGGW i WAT oraz w projekcie *The Geomechanics Project* na Memorial University, St. John’s w Kanadzie.

Dodatkowo, opracowanie kursów wstępnych z matematyki (część 2.8) wykonane było przez habilitanta w ramach projektu Fizyka Plus nr POKL.04.01.02-00-034/11 (Program Operacyjny Kapitał Ludzki).

2.2. Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji (ust. 2.)

Dostarczona dokumentacja nie wspomina o udziale w innych konferencjach niż te, na których dr Stachura wygłosił referaty (jest ich dziesięć), choć z pewnością uczestniczył także w konferencji którą współorganizował (jedna konferencja).

2.3. Otrzymane nagrody i wyróżnienia (ust. 3.)

Nagroda Rektora SGGW III stopnia (2018). Oprócz tego habilitant otrzymywał w latach 2000-2001 stypendium Rektora UW, a w latach 1999-2000 stypendium Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej związane z nagrodą Fundacji dla S.L. Woronowicza.

2.4. Udział w konsorcjach i sieciach badawczych (ust. 4.)

Brak

2.5. Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami (ust. 5.)

Brak

2.6. Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism (ust. 6.)

Brak

2.7. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych (ust. 7.)

Brak

2.8. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki (ust. 8.)

Na tym polu dr Stachura może pochwalić się bardzo dobrze ocenianą pracą dydaktyczną na uczelni SGGW i wcześniej na Wydziale Fizyki UW oraz udziałem w działalności polskiej wersji Khan Academy i opracowaniem „Kursów wstępnych z matematyki” dla studentów Wydziału Fizyki UW.

2.9. Opiekę naukową nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji (ust. 9.)

Brak

2.10. Opiekę naukową nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich (ust. 10.)

Brak

2.11. Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich (ust. 11.)

Habilitant był w latach 2002-2003 zatrudniony jako *visiting professor* na uniwersytecie George'a Washingtona, a następnie od 2003 do 2004 roku jako *teaching fellow* na tym samym uniwersytecie.

2.12. Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców (ust. 12.)

Brak

2.13. Udział w zespołach eksperckich i konkursowych (ust. 13.)

Brak

2.14. Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych (ust. 14.)

Według dostarczonej dokumentacji dr Stachura nie recenzował projektów. Wykonał recenzje sześciu publikacji w tym trzech w materiałach konferencyjnych.

3. OPINIA MERYTORYCZNA

3.1. *Manageability of Multiplicative Unitaries associated to Double Lie Groups (2000)*

W pracy tej habilitant udowodnił, że operator multiplikatywny unitarny związany z tzw. podwójną grupą Liego (grupą Liego G posiadającą dwie domknięte podgrupy A i B takie, że $A \cap B = \{e\}$ i $G = AB$) jest poręczny. Jest to ciekawy analityczny fakt, rzucający w roku publikacji nieco światła na niektóre badane wówczas przykłady niezwartych grup Liego. Złożenie, że cała grupa G rozkłada się na iloczyn AB nie jest jednak spełnione w większości z nich, a fakt ten jest istotnie użyty w dowodzie wielokrotnie – głównie bez wspomnienia – gdyż gwarantuje on, że badany operator W przeprowadza iloczyn tensorowy $\mathcal{D}(G) \otimes_{\text{alg}} \mathcal{D}(G)$ w przestrzeń półgęstości o zwartym nośniku. Jeśli rozkład $G = AB$ obowiązywałby tylko na podzbiorze pełnej miary, rachunki byłyby trudniejsze.

Jak wspomniałem w czasie napisania omawianej pracy jej wyniki były ciekawe i wpadały w główny nurt badań grup kwantowych, ale wkrótce okazało się, że nie prowadzą do jakichkolwiek uproszczeń w konstrukcji przykładów, a wyniki późniejszych prac [Vae, VV₁, VV₂, BSV] spowodowały, że praca ta stała się zupełnie niewidoczna (w szczególności ma ona w tej chwili jedno autocytowanie). W mojej opinii jest to najlepsza praca z zestawu stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne. Jest ona opublikowana w dobrym czasopiśmie *Letters in Mathematical Physics*.

3.2. *From Double Lie Groups to Quantum Groups (2005)*

Podobnie jak omówiona powyżej, praca ta poświęcona jest konstrukcji grupy kwantowej z tzw. podwójnej grupy Liego. Już we wstępie autor przyznaje, że opublikowana dwa lata wcześniej¹ praca [VV₁] zawiera wyniki znacznie ogólniejsze i mocniejsze, ale motywacją do jego pracy była możliwość używania „metod geometrycznych”.

Otrzymane wyniki – według słów samego autora, – nie wnoszą nic do teorii grup kwantowych, a jedynie wskazują na pewne związki pomiędzy tymi obiektami, a geometrią różniczkową. Moim zdaniem praca ta stanowi dość szczegółowe opracowanie pewnych przykładów grup kwantowych. Innymi słowy dla grup kwantowych pochodzących od podwójnych grup Liego (znów rozkład $G = AB$ musi obowiązywać na całej grupie) doża część struktury została szczegółowo powiązana ze strukturą grupoidu różniczkowego związanego z trójką $(G; A, B)$. Otrzymane zostały np. wzory wyrażające działanie grupy skalowania i tzw. unitarny antypod w terminach działań na półgęstościach na grupoidzie (dokładniej na włóknach jednego z kanonicznych rzutów na przestrzeń jedności). Należy pamiętać, że obiekty te można również opisać dość dokładnie w znakomicie ogólniejszej sytuacji (patrz np. [VV₁, VV₂]), co pokazuje, że struktura grupoidu różniczkowego jest w tych przykładach niejako incydentalna.

3.3. *Towards a topological (dual of) quantum κ -Poincaré group (2006)*

Podobnie jak [H₂], praca ta szczegółowo opracowuje pewien przykład lokalnie zwartej grupy kwantowej. Obiekty występujące w jej opisie są konkretnie zrealizowane, ich struktura różniczkowa (i inna, np. struktura grupoidu) jest dokładnie opisana, itp. Przytoczone rozumowania stoją na dość wysokim poziomie skomplikowania, ale nie odnoszą się bezpośrednio do struktury grupy kwantowej powstałej z badanej podwójnej grupy Liego (w uogólnionym sensie, gdyż rozkład $G = AB$ obowiązuje na podzbiorze pełnej miary). Jedyna konkluzja na temat C*-algebraicznej wersji badanej grupy kwantowej zawarta jest we wstępie, gdzie zacytowane są wyniki z [VV₁], które gwarantują, że podwójna grupa Liego prowadzi do lokalnie zwartej grupy kwantowej.

3.4. *On the quantum ‘ $ax + b$ ’ group (2013)*

W tej pracy autor szczegółowo bada tzw. kwantową grupę $ax + b$ (dokładniej jedną z jej możliwych wersji). Podobnie jak w publikacjach [H₁, H₂, H₃], badana grupa kwantowa pochodzi od podwójnej grupy Liego. Ponieważ rozwiązalna (a nawet wykładnicza) grupa $ax + b$ jest znacznie mniej skomplikowana niż $SO(1, n)$, wyniki pracy są znacznie bardziej satysfakcjonujące gdyż podają C*-algebraiczną interpretację obiektów algebraicznych. Między innymi skonstruowane są

¹Praca [VV₁] ukazała się w 15. kwietnia 2003, ostateczna wersja pracy dr. Stachury została złożona 31. marca 2005.

generatory C^* -algebry opisującej badaną grupę kwantową i obliczone działanie kompozycji na generatorach. Podany jest także opis badanej grupy kwantowej jako deformacji klasycznej grupy $ax + b$ w terminach „kwantyzacji” związanej z naturalną strukturą Poissona na klasycznej grupie $ax + b$. W odróżnieniu od wyników pracy [H₃] otrzymane rezultaty są znacznie bardziej satysfakcjonujące i faktycznie mają związek z kwantową grupą $ax + b$. Co prawda autor pomija kwestie miary Haara na kwantowej grupie $ax + b$, ale praca uzyskała 2 cytowania i 4 autocytowania, co świadczy o tym, że została zauważona w środowisku.

3.5. *The κ -Poincaré Group on a C^* -level (2019)*

Ta praca podejmuje próbę otrzymania wyników analogicznych jak te, które uzyskane zostały dla kwantowej grupy $ax + b$ w [H₄], dla grupy kwantowej nazwanej grupą κ -Poincaré. Tematyka ta była już poruszona 13 lat wcześniej w [H₃], ale jak już wspomniałem w części 3.3, przedstawione tam badania nie rzuciły nowego światła na badaną grupę kwantową. W [H₅] udało się zrealizować część programu nacelowanego na gruntowne przebadanie i opatrzenie konkretnymi wzorami grupy κ -Poincaré. Jednak trudności techniczne oraz w moim odczuciu dość karkołomne podejście do zagadnienia spowodowały, że nie udało się powtórzyć wszystkich wyników z [H₄]. Autor *explicitie* pisze, że nie będzie przytaczał analitycznych szczegółów pewnych rachunków (np. w [H₅, Część 5.3]) i muszę się zgodzić, że dopracowanie owych szczegółów wymagałyby jeszcze sporo namysłu. W porównaniu z analizą sytuacji dla kwantowej grupy $ax + b$ w [H₄] zabrakło np. analogonu [H₄, Proposition 6.3] czy też [H₄, Section 5] i podobnych wyników motywujących podjęte badania.

4. KONKLUZJA

W świetle zgromadzonych powyżej informacji o przebiegu kariery i osiągnięciu habilitacyjnym dr. Piotra Stachury muszę stwierdzić, że opinia moja na ich temat jest negatywna. Jedynie osiągnięcia dydaktyczne (i do pewnego stopnia popularyzatorskie) można ocenić wyżej. Pozostałe kryteria albo nie są spełnione, albo spełnione są w stopniu nikłym.

Osiągnięcie habilitacyjne polega na próbie opracowania szczegółów konstrukcji iloczynu bikrzyżowego grup Liego w pewnych przypadkach z użyciem faktu, że owe grupy (tworzące tzw. *matched pair*) definiują również pewien grupoid. W jednym z dwóch rozważanych przykładów prowadzi to do w miarę satysfakcjonującego opisu badanej grupy kwantowej w postaci konkretnych wzorów na różne odwzorowania stanowiące część struktury tej grupy kwantowej oraz powiązania tej grupy kwantowej z procedurą kwantyzacji pewnej struktury Poissona (ale bez jakichkolwiek informacji o mierze Haara). W drugim – znacznie trudniejszym – zbadanym przypadku analogiczny opis został osiągnięty częściowo, głównie ze względu na bardzo trudne rachunki. Co więcej, analogiczna analiza iloczynów bikrzyżowych jest możliwa z użyciem znanych od 2003 roku narzędzi z prac [VV₁, VV₂]. Tego typu opracowanie reprezentuje typowy poziom dobrego doktoratu.

Prace wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego nie znalazły szerszego uznania w środowisku i tylko jedna z nich (praca [H₁], która poświęcona jest nieco ubocznemu zagadnieniu) została opublikowana w dobrym czasopiśmie.

Uderza praktyczny brak aktywności habilitanta w świecie naukowym (szczególnie po uśrednieniu po czasie, ale nawet bez tej operacji). Co prawda, jak już wspomniałem, uznanie może budzić działalność dydaktyczną i popularyzatorską dr. Stachury, ale nie widzę argumentów za uznaniem jego dotychczasowego dorobku za wystarczający do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Piotr Sołtan

(Piotr Sołtan)

LITERATURA

- [BSV] S. Baaĵ, G. Skandalis, S. Vaes: Non-semi-regular quantum groups coming from number theory. *Commun. Math. Phys.* **235** (2003), 139–167
- [DQV] P. Desmedt J. Quaegebeur, S. Vaes: Amenability and the bicrossed product construction. *Illinois J. Math.* **46** (2002), 1259–1277.
- [St₁] P. Stachura: Bicovariant Differential Calculi on $S_{\mu}U(2)$ Group. *Lett. Math. Phys.* **25** (1992), 175–188.
- [St₂] P. Stachura: Poisson-Lie structures on Poincaré and Euclidean groups in three dimensions, *J. Phys. A: Math. Gen.* **31** (1998), 4555–4564.
- [St₃] P. Stachura: C^* -algebra of a differential groupoid. In *Poisson Geometry*, Banach Center Publ. **51** (2000), 263–281.
- [H₁] P. Stachura: Manageability of multiplicative unitaries associated with double Lie groups. *Lett. Math. Phys.* **51** (2000), 135–143.
- [H₂] P. Stachura: From double Lie groups to quantum groups. *Fund. Math.* **188** (2005), 195–240.
- [H₃] P. Stachura: Towards a topological (dual of) quantum κ -Poincaré group. *Rep. Math. Phys.* **57** (2006), 233–256.
- [H₄] P. Stachura: On the quantum ‘ $ax + b$ ’ group. *J. Geom. Phys.* **73** (2013), 125–149.
- [St₄] J. Wojtkiewicz, W. Pusz, P. Stachura: Operator Reflection Positivity Inequalities and their applications to interacting quantum rotors, *Rep. Math. Phys.* **77** (2016), 183–201.
- [St₅] D.R. Dalton, M.A. Slawinski, P. Stachura, T. Stanoev: Sensitivity of Love and quasi-Rayleigh waves to model parameters, *Q. J. Mech. Appl. Math.* **70** (2017), 103–130.
- [St₆] P. Stachura: On Poisson structures related to κ -Poincaré Group. *Int. J. Geom. Methods Mod. Phys.* **14** (2017), 1750133.
- [St₇] J. Wojtkiewicz, W. Pusz, P. Stachura: Bogolyubov inequality for the ground state and its application to interacting rotor systems. *Rep. Math. Phys.* **80** (2017), 233–253.
- [St₈] P. Stachura: Short and biased introduction to groupoids. *J. Knot Theor. Ramif.* **27** (2018), 1841010.
- [H₅] P. Stachura: The κ -Poincaré group on a C^* -level. *Internat. J. Math.* **30** (2019), 1950022-1–1950022-43.
- [VV₁] S. Vaes, L. Vainerman: Extensions of locally compact quantum groups and the bicrossed product construction. *Adv. Math.* **175** (2003), 1–101.
- [VV₂] S. Vaes, L. Vainerman: On low-dimensional locally compact quantum groups. In *Locally Compact Quantum Groups and Groupoids*. Proceedings of the Meeting of Theoretical Physicists and Mathematicians, IRMA Lectures on Mathematics and Mathematical Physics, Walter de Gruyter, Berlin, New York (2003), pp. 127–187.
- [Vae] S. Vaes: Examples of locally compact quantum groups through the bicrossed product construction. In *Proceedings of the XIIIth International Congress of Mathematical Physics*, International Press of Boston, Somerville MA (2001), pp. 341–348.
- [Wor] S.L. Woronowicz; Group structure on non-commutative spaces. In *Fields and Geometry 1986*, Proceedings of the XXIInd Winter School and Workshop of Theoretical Physics, Karpacz, Poland, pp. 478–496. World Scientific, Singapore 1986.