



Warszawa 23.08.2014

Prof. dr hab. Jacek Jeziński
Katedra Metod Matematycznych Fizyki
Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Recenzja pracy habilitacyjnej dr. A. Okołowa „Kanoniczne kwantowanie teleparalelnego modelu ogólnej teorii względności – analiza hamiltonowska i konstrukcja kinematycznych stanów kwantowych”

Autoreferat do pracy habilitacyjnej dr. Okołowa zaczyna się od krótkiego wprowadzenia, po którym szczegółowo są omówione wyniki 7 prac, które stanowią jego habilitację. Ponadto w następnym rozdziale są omówione wyniki zawarte w pozostałych 9 publikacjach.

Praca habilitacyjna dr. Okołowa składa się z 7 artykułów oznaczonych od H1 do H7. Dotyczy tzw. teleparalelnego modelu ogólnej teorii względności, w skrócie TOTW. Pozostałe publikacje ponumerowane są od P1 do P9. Muszę przyznać, że jest to ciekawa lektura. Artykuły są powiązane ze sobą tematycznie. Widać w nich jak ewoluowało zrozumienie problemów u habilitanta.

Jednym ze sformułowań ogólnej teorii względności, które dotychczas nie zostało użyte jako punkt wyjścia do kwantyzacji tej teorii, jest właśnie TOTW. Istnieją dwie wersje tego modelu różniące się zmiennymi konfiguracyjnymi: w pierwszym przypadku zmiennymi są koreper i jednoforma koneksji o zerowej krzywiznie i niezerowej torsji, w drugim przypadku zaś zmienną konfiguracyjną jest koreper. Dalekosiężnym celem tych badań jest sprawdzenie czy TOTW daje się skwantować poprzez zastosowanie procedury kanonicznej kwantyzacji. Ponadto TOTW jest teorią niezależną od tła (dyfeomorficznie niezmienniczą), więc daje się skwantować w sposób niezależny od tła podobnie jak w przypadku pętlowej grawitacji kwantowej.

Najważniejsze wyniki osiągnięte w cyklu prac H1-H7 to:

- sformułowanie opisu hamiltonowskiej struktury TOTW oraz pewnej pokrewnej teorii, która może służyć jako model-zabawka pomocny przy kwantowaniu TOTW (opis ten odpowiada wymogom procedury kanonicznego niezależnego od tła kwantowania),
- uogólnienie konstrukcji przestrzeni kinematycznych stanów kwantowych dla teorii pola (opracowanej przez J. Kijowskiego) na przypadek teorii o nieliniowych przestrzeniach fazowych (metoda oryginalna działa tylko w przypadku tych teorii, których przestrzenie fazowe posiadają strukturę przestrzeni liniowej),
- konstrukcja w sposób niezależny od tła przestrzeni kinematycznych stanów kwantowych dla TOTW (i zarazem dla wspomnianego powyżej modelu-zabawki).

Oryginalnie, liniowość przestrzeni fazowej była potrzebna do sensownego zanużania algebry obserwabli związanej z „grubszą” dyskretyzacją w algebrę związaną z dyskretyzacją „drobniejszą”, czyli uwzględniającą więcej stopni swobody teorii.

Chodzi zatem o definicję operacji „coarse graining”. W przypadku liniowym to zanurzanie polegało po prostu na traktowaniu „grubszych” stopni swobody jako odpowiedniej średniej ważonej „drobniejszych” stopni swobody (tak jest dla zmiennych intensywnych, natomiast po prostu sumy w przypadku zmiennych ekstensywnych, opisanych gęstościami tensorowymi). Autor bardzo zręcznie obchodzi kłopot, polegający na braku takiej struktury liniowej w rozważanym modelu, posługując się zanurzeniami rozważanych przestrzeni nieliniowych w przestrzeń liniową.

Poniższa tabela streszcza najważniejsze wyniki pierwszych czterech prac:

Nr	Temat	Wynik
H1	teleparalelny model typu Yanga-Millsa	pełny opis przestrzeni fazowej z analizą więzów
H2	hamiltonowska analiza TOTW	więzy i hamiltonian
H3	hamiltonowska analiza TOTW	wyprowadzenie algebry więzów
H4	kwantowanie TOTW	wstępny opis przestrzeni kinematycznych stanów kwantowych dla TOTW

Powyższe rezultaty pozwoliły na osiągnięcie głównego sukcesu zawartego w pracach H5-H7, który polega na konstrukcji przestrzeni kinematycznych stanów kwantowych dla TOTW przy wykorzystaniu uogólnionej metody projektywnej. W pracach H5-H6 przeanalizowano nowe zmienne kanoniczne dla TOTW, w ostatniej pracy zaś podano (w języku nowych zmiennych) konstrukcję odpowiedniego zbioru skierowanego (Λ, \geq) dla TOTW.

Podoba mi się praca habilitacyjna dr. Okołowa. Podoba mi się również jego postawa jako fizyka zadającego interesujące i odważne pytania. Cechuje go przy tym pełna samodzielność – tylko jedna praca należąca do habilitacji była współautorska (z prof. J. Lewandowskim), ale i tak udział dr. Okołowa w jej powstaniu był kluczowy (tak przynajmniej wynika z deklaracji habilitanta).

Moim zdaniem przedłożona praca habilitacyjna spełnia wymagania potrzebne do uzyskania tytułu doktora habilitowanego.

Na zakończenie chciałbym dodać, że dr Andrzej Okołów jest bardzo dobrym dydaktykiem. Miałem okazję słuchać jego referatów na seminarium, gdzie mogłem się przekonać, że potrafi starannie, w sposób uporządkowany i interesujący opowiadać o swoich wynikach. Ponadto prowadzi od kilku lat roczny wykład z klasycznej teorii pola, który jest bardzo dobrze oceniany przez studentów.

Jacek Jezierski

Jacek Jezierski