

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Vasyla Kovalchuka "NONLINEAR MODELS OF COLLECTIVE AND INTERNAL DEGREES OF FREEDOM IN MECHANICS AND FIELD THEORY. SYMMETRY PROBLEMS"

Powszechnie wiadomo, iż idee symetrii leżą u podstaw fizyki i są od co najmniej 100 lat jednym z jej podstawowych narzędzi. Zastosowanie teorii symetrii oraz metod geometrii różniczkowej, inspirowane rozwojem teorii fizycznych, a zwłaszcza teorii Einsteina-Poincarego oraz ogólnej teorii względności, zostało przeniesione po pewnym czasie na inne dziedziny fizyki oraz mechaniki dzięki pracom Birkhofa, Landau, Taylora, Sedova i wielu innych autorów, którzy, nie zawsze zdając sobie z tego sprawę, używali idei symetrii do rozwiązywania problemów nieliniowych. Należy zauważyć iż sama teoria grup Liego, która powstała pod koniec XIX stulecia na potrzeby teorii równań różniczkowych i która przez długie lata znajdowała się na uboczu głównych nurtów rozwoju matematyki stosowanej, doznała gwałtownego impulsu w drugiej połowie XX stulecia, gdy rozpoczęto ją regularnie stosować do równań fizyki oraz mechaniki. Rzecz jest w tym, że stosowanie metod symetrii opartych na teorii grup Liego do równań różniczkowych bywa skuteczne jedynie wtedy, gdy równanie różniczkowe posiada nietrywialną symetrię, a każde fundamentalne równanie fizyczne powinno co najmniej zawierać informację o własnościach geometrycznych czasoprzestrzeni, być zgodne z zasadą względności oraz z inną fundamentalną zasadą, która głosi że procesy fizyczne nie zależą od wyboru jednostek fizycznych. Symetrie te, które są w pewnym sensie "obowiązkowe" dla równań fundamentalnych oraz służą narzędziem do wyprowadzenia takich równań, występują nieraz jako element trywialny, gdyż ujmują jedynie kinematyczne aspekty badanego modelu i nie są w żaden sposób związane z dynamiką.

W pracy doktorskiej Vasyla Kowalchuka idee symetrii znajdują zastosowanie przy konstruowaniu nieliniowych modeli zarówno klasycznych, jak i kwantowych. Odmiennością podejścia lansowanego przez autora jest to, iż w swej pracy nie ogranicza się on do opisu procesów kinematycznych, lecz wyraźnie dąży do konstruowania modeli dynamicznych. Drugą cechą charakterystyczną pracy jest to, że jej autora interesują przede wszystkim zagadnienia istotnie nieliniowe, dla których (nie licząc sytuacji w pewnym sensie wyjątkowych) nie ma obecnie metod pozwalających uzyskiwać rozwiązania ogólne. Sformułowanie zagadnienia w języku geometrycznym, w przypadku gdy jest ono niezmiennicze względem jednej z rozpatrywanych w pracy grup Liego, prowadzi nieraz do zupełnej lub częściowej całkowalności problemu, co jednak nie jest tu celem samym w sobie.

Kolejną cechą charakterystyczną referowanej pracy jest to, iż w poszczególnych jej częściach rozpatrywane są, na pierwszy rzut oka, bardzo różniące się modele: klasyczne ośrodki ciągłe, układy dynamiczne, równania kwantomechaniczne oraz równania służące do opisu pól kwantowych. Otóż cechą wspólną łączącą te różnorakie modele jest ich symetria. Okazuje się, że użycie grupy Liego jako przestrzeni "nośnej" pozwala na skonstruowanie w pewnym sensie uniwersalnego aparatu matematycznego.

Przechodząc do omawiania treści zagadnień oraz wyników uzyskanych w pracy doktorskiej, pragnąłbym jeszcze raz podkreślić, iż podstawową ideą, a za razem i środkiem technicznym wykorzystywanym w niniejszej pracy jest utożsamianie przestrzeni fizycznej

