

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Krzysztofa Szczygielskiego

pt. *Kompletnie dodatnie ewolucje dysypatywnych układów kwantowych zaburzanych periodycznie.*

Praca doktorska mgr. Krzysztofa Szczygielskiego dotyczy fundamentalnego problemu opisu układów kwantowych pozostających pod wpływem oddziaływania z otoczeniem. Oczywiście, każdy układ kwantowy, który chcemy wykorzystać w praktyce, podlega takiemu oddziaływaniu. Z jednej bowiem strony, takie wykorzystanie wymaga zazwyczaj wykonania końcowego pomiaru stanu układu, co w sposób nieunikniony prowadzi do sprzężenia z otoczeniem, z drugiej zaś, poprzez odpowiednią adaptację oddziaływania z otoczeniem oraz dobór samego rezerwuaru, możemy sterować zachowaniem samego układu.

Matematyczne sformułowanie teorii kwantowych układów otwartych w wypadku, gdy hamiltonian układu nie zależy od czasu, wykorzystuje pojęcie tzw. kwantowej półgrupy dynamicznej tzn. jednoparametrowej (parametryzowanej czasem) półgrupy odwzorowań przestrzeni operatorów liniowych na przestrzeni Hilberta rozważanego układu kwantowego (dla przypadku nieskończonego wymiaru, operatorów klasy śladowej), zachowujących ślad i kompletnie dodatnich, dla których operacja śladowania z dowolnym operatorem ograniczonym (tzn. obliczania wartości średniej obserwabli w danej chwili czasu) jest ciągłą funkcją czasu. Podstawowym wynikiem tej teorii jest podana w połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia przez Goriniego, Kossakowskiego, Sudarshana i Lindblada ogólna postać generatora takiej półgrupy (tzw. lindbladianu) w wypadku, gdy jest on operatorem ograniczonym. Jest on wówczas zadany poprzez przeliczalną rodzinę operatorów ograniczonych, które zależą od konkretnego układu i jego oddziaływania z otoczeniem i powinny być wyznaczone poprzez analizę tychże. W cyklu prac z tego samego okresu Davies pokazał jak skonstruować takie operatory w granicy słabego sprzężenia z otoczeniem, gdy sprzężenie ma ogólną postać sumy iloczynów tensorowych operatorów działających w przestrzeni układu i otoczenia. W efekcie dla danego układu kwantowego otrzymujemy konkretną postać równania ewolucji jego macierzy gęstości.

Sytuacja komplikuje się w wypadku, gdy hamiltonian układu jest zależny od czasu. Co prawda również wtedy można powtórzyć część rozumowań które prowadziły do równania Lindblada-Goriniego-Kossakowskiego-Sudarshana, jednak otrzymane wyrażenie na operator ewolucji macierzy gęstości, czy też generator tejże ewolucji (lindbladian) ma charakter formalny, nie dający nadziei na znalezienie ścisłego rozwiązania.

Rozprawa doktorska pana mgr. Krzysztofa Szczygielskiego poświęcona jest temu zagadnieniu dla przypadku periodycznej zależności od czasu. Jej główną częścią jest jednoautorska, obszerna praca *On the application of Floquet theorem in development of time-dependent Lindbladians* opublikowana w roku 2014 w *Journal of Mathematical Physics*. W pracy tej pan mgr Szczygielski przedstawił kompletną i matematycznie ścisłą teorię opisu zachowującej ślad kompletnie dodatniej dynamiki otwartych układów kwantowych z hamiltonianami zależnymi periodycznie od czasu. Choć zagadnienie konstrukcji i analizy

