

Jeden z postulatów mechaniki kwantowej mówi, że układy kwantowe ewoluują unitarnie. Dzieje się tak, gdy układ fizyczny nie oddziałuje z żadnym zewnętrznym otoczeniem. W praktyce jednak bardzo trudno całkowicie odizolować badany układ od wpływów z zewnątrz. Wówczas mamy do czynienia z układem otwartym, którego ewolucja jest o wiele bardziej złożona. Zmiany stanu układu kwantowego w czasie opisują wówczas odwzorowania kompletnie dodatnie zachowujące ślad, zwane również kanałami kwantowymi. W swojej pracy zajmuję się kanałami, które można zapisać jako kombinację wypukłą ewolucji unitarnych.

Teoria ewolucji kwantowych układów otwartych jest ostatnio bardzo popularną tematyką badań. Najprostszym rozważanym przez nią zagadnieniem jest ewolucja zadana przez generator półgrupy dynamicznej. W tym podejściu zaniedbuje się wszystkie efekty pamięci. To przybliżenie sprawdza się bardzo dobrze w opisie wielu układów optycznych. Jednak ostatnie odkrycia i postęp technologiczny wskazują na konieczność rozważania ewolucji niemarkowskiej, czyli biorącej pod uwagę efekty pamięci zaniedbywane przez półgrupę dynamiczną. Ewolucję niemarkowską można otrzymać na dwa sposoby. Pierwszy polega na zastąpieniu generatora półgrupy generatorem lokalnym w czasie. Drugi do opisu efektów pamięci używa nie generatora, lecz jądra pamięci, w wyniku czego równanie ewolucji staje się równaniem różniczkowo-całkowym. Dogłębna analiza otwartych układów kwantowych pomaga lepiej zrozumieć zjawiska fizyczne, takie jak dekoherencja (utrata spójności), dyssypacja (utrata energii) czy rozfazowanie. Układy te znajdują zastosowanie w informatyce, komunikacji i kryptografii kwantowej.

Celem moich badań jest analiza ewolucji otwartych układów kwantowych, których dynamika uwzględnia nietrywialne efekty pamięci, przy użyciu współczesnych metod fizyki matematycznej. Interesujący i wciąż mało zbadany problem stanowi charakteryzacja fizycznie dopuszczalnych generatorów i jąder pamięci. Zamierzam znaleźć nowe, ciekawe przykłady generatorów z wieloma ujemnymi współczynnikami dekoherencji oraz jąder pamięci, dla których jestem w stanie napisać rozwiązanie równań ewolucji. W swojej pracy planuję odpowiedzieć na ważne pytania dotyczące własności ewolucji niemarkowskiej oraz odpowiadającym jej kanałów. Oczekuję, że otrzymane przeze mnie wyniki pozwolą na postawienie nowych hipotez, znalezienie otwartych pytań i problemów badawczych, a także na lepsze zrozumienie tematu.