

Tematem projektu jest teoretyczna analiza dyssypacyjnej inżynierii kwantowej: generowania, spójnego sterowania i wykrywania stanów kwantowych w układach nieliniowych, w których uwzględnione są zarówno straty jak i wzmocnienia. Koncentrujemy się zarówno na aspektach fundamentalnych, jak i na przykładach praktycznych zastosowań takich układów w technologiach kwantowych drugiej generacji. Technologie te wykorzystują zjawiska kwantowe do przetwarzania informacji kwantowej.

Tłumienie, które jest obecne w układach otwartych, a tym samym we wszystkich rzeczywistych urządzeniach, zazwyczaj pogarsza wydajność technologii kwantowych. W naszych wstępnych badaniach znaleźliśmy jednak przypadki, w których tłumienie jest pożądane i przydatne w przetwarzaniu informacji kwantowej.

W ramach projektu postaramy się znaleźć nowe sposoby pełnego skompensowania destrukcyjnych skutków tłumienia, a nawet sprawić, by odgrywało ono konstruktywną rolę w inżynierii stanu kwantowego. Nasze podejście skupia się na kontrolowanej dyssypacji w inżynierii kwantowych odpowiedników standardowych punktów wyjątkowych (PW) z uwzględnieniem skoków kwantowych. PW cieszą się coraz większym teoretycznym i eksperymentalnym zainteresowaniem w różnych dziedzinach badań fizycznych. PW uważane są za podstawę dla nowej, ulepszonej aparatury detekcyjnej. Są one istotne w opisie dynamicznych przejść fazowych i charakterystyce topologicznych faz materii w układach otwartych. Społeczność zaangażowana w badania nad układami PT-symetrycznymi zdaje się jednak ignorować wpływ skoków kwantowych. Oprócz uwzględnienia skoków kwantowych, proponujemy zdefiniować kwantowe PW jako degeneracje superoperatorów Liouville'a. Zgodnie z naszą wiedzą, analizowanie widma liouvillianów w kontekście standardowych PW, czujników PW i układów PT-symetrycznych pozostaje zagadnieniem w dużej mierze niezbadanym.

Inżynieria stanów kwantowych w tłumionych układach nieliniowych stanowi wyzwanie również dlatego, że są one często niecałkowalne. Z tego powodu użyteczne jest opracowanie algorytmicznego podejścia do dynamiki. W takim ujęciu nie skupiamy się na równaniach ruchu i pojęciach takich jak energia czy pęd, ale na iteratywnych regułach aktualizacji stanu układu oraz pojęciach operacyjnych takich jak zmiana stanu czy przesunięcie. W związku z tym rozważymy koncepcję kwantowych automatów komórkowych do symulacji dynamiki tłumionych układów kwantowych.

Dzięki współpracy z eksperymentatorami, którzy stosowali już podobne układy w swoich laboratoriach, mamy nadzieję eksperymentalnie zweryfikować przynajmniej część naszych pomysłów.