

Interdyscyplinarny projekt QWCHAOSSET jest zogniskowany na eksperymentalnych i teoretycznych badaniach systemów kwantowych za pomocą grafów kwantowych i sieci mikrofalowych, które są uznawane za systemy modelowe. Grafy kwantowe, czyli sieci ramion połączonych w wierzchołkach, są najbardziej wydajnymi modelowymi układami, które są stosowane do doświadczalnego i teoretycznego badania izolowanych i otwartych układów kwantowych, których dynamika klasyczna jest chaotyczna. Grafy kwantowe mogą być rozważane jako idealizacja fizycznych sieci w granicy, w której długości ramion są znacznie większe niż ich średnica. W proponowanym projekcie będą badane doświadczalnie i teoretycznie najistotniejsze problemy związane z jednowymiarowymi układami kwantowymi, takie jak: Złota Reguła Fermiego, statystyki widmowe dla prawie jednokierunkowych grafów i sieci, półklasyczna formuła śladu oraz wignerowska macierz reakcji dla grafów i sieci opisywanych gaussowskim zespołem symplektycznym. W fizyce kwantowej Złota Reguła Fermiego pozwala na znalezienie średniego prawdopodobieństwa przejścia pomiędzy dwoma stanami kwantowymi układu, związanym oraz znajdującym się w widmie ciągłym układu, występującego pod wpływem zewnętrznego zaburzenia. W grafie jednokierunkowym, cząstka poruszająca się w jednym kierunku nie może go zmienić na przeciwny. W projekcie będziemy badać sieci, w których zmiana kierunku jest możliwa, ale z małym prawdopodobieństwem. Półklasyczna formuła śladu pozwala na znalezienie kwantowej, fluktuującej gęstości kwantowej na podstawie czysto klasycznych właściwości układu, takich jak długości orbit periodycznych. Są jednak pewne granice stosowalności tej formuły, które będą badane w tym projekcie. Gaussowski zespół symplektyczny jest stosowany do opisu statycznych właściwości widmowych układu z cząstką posiadającą spin $\frac{1}{2}$. W proponowanych badaniach wyzwania dotyczące układów kwantowych będą rozwiązywane za pomocą sieci mikrofalowych. Pionierskie doświadczenia dotyczące sieci mikrofalowych zostały przeprowadzone w Instytucie Fizyki PAN. Wykazały one, że kwantowe grafy w zachowaną lub złamaną symetrią ze względu na odwrócenie czasu oraz niezaniechaną wewnętrzną absorpcją mogą być symulowane przez sieci mikrofalowe. Kwantowe grafy ze złamaną symetrią czasową będą symulowane za pomocą sieci z cyrkulatorami. Cyrkulatory są trzyportowymi urządzeniami, w którym przychodzący sygnał jest przekierowywany do jednego z dwóch pozostałych portów. Fala przychodząca do portu 1, 2 lub 3, powinna wyjść odpowiednio portem 2, 3 lub 1. Te unikatowe właściwości cyrkulatora będą wykorzystane w konstrukcji sieci prawie jednokierunkowych oraz sieci symplektycznych. Do pomiaru macierzy rozpraszania zostanie wykorzystany wektorowy analizator sieciowy oraz elastyczne kable pomiarowe. Wyniki doświadczalne zostaną przeanalizowane i porównane z przewidywaniami teoretycznymi. Implementacja wspólnego projektu badawczego w sposób bardzo istotny rozszerzy naszą wiedzę o uniwersalnych właściwościach chaotycznych układów kwantowych. W szczególności wyniki doświadczalne oraz teoretyczne projektu pogłębią naszą wiedzę na temat właściwości układów niskowymiarowych. Niewykluczone, że znajdą one zastosowanie w przyszłych aplikacjach. Partnerzy wspólnego projektu posiadają unikatowe specjalistyczne doświadczenie, które w sposób komplementarny zostanie wykorzystane w realizacji projektu. Polski kierownik projektu, Leszek Sirko, jest wybitnym znawcą sieci mikrofalowych a chiński, Barbara Dietz, ma olbrzymią wiedzę w dziedzinie chaosu kwantowego. Planowane wizyty w partnerskich laboratoriach pozwolą na dodatkowe wzmocnienie współpracy. Wyniki projektu będą opublikowane we wspólnych polsko-chińskich publikacjach w wiodących czasopismach naukowych oraz będą prezentowane na międzynarodowych konferencjach.