
STRESZCZENIE

Hamiltonian typowego, wielociałowego układu kwantowego posiada termalne stany własne, jak przewiduje hipoteza o termalizacji stanów własnych (ETH). Powoduje to, że w układzie rozpoczynającym ewolucję ze stanu o skończonej gęstości energii, długoczasowe wartości oczekiwane obserwabli są opisywane przez zespół mikrokanoniczny i zależą jedynie od wartości energii, zaś pamięć o szczegółowych własnościach stanu początkowego szybko zanika. Istnieją natomiast układy, które nie spełniają ETH i nie ulegają termalizacji. Wśród przykładów znajdują się modele całkowalne, zlokalizowane wielociałowo (MBL), modele z wielociałowymi bliznami kwantowymi (QMBS), a także z pofragmentowaną przestrzenią Hilberta. W niniejszej pracy przedstawiamy nowe narzędzia numeryczne służące do badań nad procesem łamania ergodyczności w układach kwantowych.

Przyjmuje się, że za przejście pomiędzy fazą MBL oraz fazą ergodyczną jest odpowiedzialny mechanizm tzw. lawiny kwantowej. Początkowy bąbel ergodyczny, wytworzony przez losową fluktuację własności układu, może oddziaływać z otoczeniem, rosnąć, a w konsekwencji termalizować resztę układu. Szczegółowo badamy mechanizm lawiny kwantowej w modelu XXZ ze spinem $1/2$ oraz nieporządkiem. Proponujemy algorytm uczenia maszynowego oparty na sieciach neuronowych o architekturze autoenkodera, który pozwala nam na wykrywanie bąbli ergodycznych w czasie i przestrzeni z użyciem jedynie dwuciałowych funkcji korelacji mierzalnych eksperymentalnie. Używając powyższej metody, badamy rozkłady wielkości bąbli w różnych reżimach modelu, a także identyfikujemy rzadkie zdarzenia, w których następuje termalizacja. W kolejnej pracy pochylamy się nad wpływem bąbli ergodycznych na fazę MBL, w sposób kontrolowany umieszczając bąbel ergodyczny po jednej stronie układu. Wykorzystując dwuciałowe funkcje korelacji, pokazujemy, że aby zaobserwować zatrzymanie się lawin kwantowych należy precyzyjnie przygotować stan początkowy, nawet w silnie zlokalizowanym reżimie modelu. Potwierdzamy także, że bąbel ergodyczny modelowany przez Hamiltonian będący ortogonalną macierzą losową z rozkładu Gaussa, jaki zwykle zakłada się w teoriach opisujących lawiny kwantowe, ma bardzo podobny wpływ na zachowanie układu, jak realny bąbel ergodyczny. Trzecia praca koncentruje się na propozycji nowego sposobu pomiaru propagacji informacji kwantowej. Porównujemy ewolucje czasowe funkcji autokorelacji pojedynczego spinu, wyliczając ich różnicę między układem z L spinami oraz jego ograniczeniem do $\ell < L$ spinów. Zachowanie się proponowanej wielkości analizujemy w reżimie ergodycznym, z lokalizacją Andersona oraz MBL modelu

XXZ z nieporządkiem, oraz porównujemy je do wyników uzyskanych za pomocą innych narzędzi.

W układach z wielociałowymi bliznami kwantowymi prawie wszystkie stany własne są termalne, ale na przestrzeni całego spektrum istnieje też niewielka liczba specjalnych stanów własnych o niskim splątaniu. Przestrzeń Hilberta jest podzielona na (prawie) niepołączone ze sobą sektory, odpowiadające kolejnym rodzinom blizn kwantowych. W niniejszej pracy wprowadzamy algorytm kwantowego uczenia maszynowego oparty o kwantowy autoenkoder wariacyjny, dzięki któremu możliwe staje się wykrywanie rodzin blizn kwantowych. Identyfikujemy pominięte wcześniej rodziny blizn w modelu PXP i pokazujemy skuteczne działanie naszego algorytmu na przykładzie modelu drabiny spinowej z pofragmentowaną przestrzenią Hilberta.