

Oddziaływania między cząstkami prowadzą do wymiany energii pomiędzy nimi i typowo, w układach otwartych, do termalizacji. Podobne zjawisko zachodzi dla układów zamkniętych gdzie mała lokalna część typowo się termalizuje wskutek oddziaływania z resztą układu (pomimo, że całość ewoluuje unitarnie) – przynajmniej jak głosi hipoteza termalizacji stanów (ETH), która istnieje od przeszłego tysiąclecia. Ostatnie piętnaście lat przyniosło intensywne badania sytuacji, gdy ten opis nie pracuje. Pokazano, prawie udowodniono, że w układach z silnym nieuporządkowaniem obserwujemy wielo-ciałową lokalizację, nieergodyczne zachowanie, które prowadzi do zapamiętywania przez układ swojego stanu początkowego i słabej wymiany informacji pomiędzy badanym stanem układu i resztą.

W ostatnich pięciu latach pojawiło się szereg wskazówek, że podobna nieergodyczna dynamika może się pojawiać również w układach bez nieporządku, łamiąc tym bardziej ETH. Wiele układów przejawia takie zachowania. Pokazano m.in., że globalne nachylenie jednowymiarowego układu, podobne do wprowadzenia potencjału cząstki naładowanej w stałym polu elektrycznym, prowadzi do nieergodycznej dynamiki. Zostało to powiązane z tzw. rozczłonkowaniem przestrzeni Hilberta i pojawianiem się dynamicznie prawie zachowanych stałych ruchu (jak np. uogólniony całkowity moment dipolowy). Podobnie niskowymiarowe modele pól cechowania na sieciach pokazują nieergodyczną dynamikę, którą wiąże się z istnieniem uogólnionego prawa Gaussa. Również frustracja czy silne długozasięgowe oddziaływania mogą prowadzić do zachowań nieergodycznych.

Ten projekt ma być próbą zrozumienia przejawiania się nieergodycznej dynamiki w układach wielociałowych. Jakie są niezbędne cechy układu, by taką dynamikę można było zaobserwować? Czy przybliżone całki ruchu (zachowane liczby kwantowe) są do tego niezbędne? Czy istnieją powiązania i jakie ze strukturą przestrzeni Hilberta kwantowego układu? Czy są jakieś charakterystyczne cechy obserwabli, w szczególności powiązanych z nimi funkcji spektralnych (które uwidaczniają odpowiedź energetyczną układu na zaburzenie)? Celem jest zrozumienie ograniczeń, identyfikując charakterystyczne cechy modeli prowadzących do nieergodycznej dynamiki.

Projekt będzie realizowany w ścisłej współpracy pomiędzy zespołami polskim i słoweńskim. Obie nasze grupy badają różne aspekty dynamiki układów oddziałujących wielu ciał od szeregu lat, pracując ostatnio zarówno nad lokalizacją wielociałową jak i nad układami bez nieporządku takimi jak fermiony (spiny) w nachylonych sieciach, przykłady uwięzionej dynamiki w modelach teorii z cechowaniem, układach z globalnymi całkami ruchu etc. Nasze zespoły dysponują różnorodnymi technikami do rachunków analitycznych i numerycznych (teoria renormalizacji, sieci tensorowe itp.). Podczas gdy do tej pory badano w tym kontekście układy autonomiczne, my planujemy badać także periodycznie napędzane modele. Na ile ich przestrzeń faz własnych będzie modyfikowana przy dynamice nieergodycznej? Chcemy też badać systematycznie efekt słabych zaburzeń na układy całkowalne.