

Tytuł projektu: **Konforemna teoria pola w granicy nieskończonego ładunku centralnego: zastosowania w badaniach kwantowych układów całkownych i teorii Yanga-Millsa**

Kierownik projektu: dr hab. Marcin Piątek, prof. US (Instytut Fizyki)

Projekt dotyczy interdyscyplinarnych badań teoretycznych na styku konforemnej teorii pola w dwóch wymiarach (2d CFT), kwantowych układów całkownych i teorii Yanga—Millsa z naciskiem na konkretne zastosowania.

Naszym pierwszym celem jest zrozumienie roli i konsekwencji granicy nieskończonego ładunku centralnego algebry Virasoro pojawiającej się w znanych „konforemno-teorio-polowych” realizacjach modelu Richardsona—Gaudina (RG) i modeli pokrewnych. Model RG opisuje oddziaływania sił parowania (pary Coopera) lub układ składający się z tzw. centralnego spinu oddziałującego z otoczeniem spinów (magnes Gaudina). Model ten znalazł zastosowanie w badaniach nadprzewodzących ziaren metali. Widma energii oraz wartości własne zachowanych ładunków modelu RG można otrzymać w granicy nieskończonego ładunku centralnego z pewnej chiralnej konforemnej teorii pola w dwóch wymiarach (model WZW). Tę konforemną teorię pola można „zanurzyć” w formalizmie tzw. uogólnionych modeli macierzowych (zespołów beta). Chcemy zbadać te „dualne” realizacje modelu RG i opracować na ich podstawie narzędzia analityczne, które mogą mieć zastosowania w konkretnych problemach fizycznych.

Na przykład ciągle otwartym problemem jest opis układów kilku nadprzewodzących ziaren metali lub kropek kwantowych. Uważa się, że układy takie powinny być opisywane przez bardzo wysoko wzbudzone stany w modelu RG, utworzone przez oddzielne, oddziałujące kondensaty. Wartości własne energii takich stanów wzbudzonych powinny „organizować się” się w luki na płaszczyźnie zespolonej, które są symetryczne względem osi rzeczywistej. Matematycznie wydaje się mieć to związek z teorią krzywych hipereliptycznych i powierzchni Riemanna wyższego rodzaju. Formalizm modeli macierzowych zdaje się być odpowiednim dla tego rodzaju problemów. Opracowane narzędzia mogą być również przydatne w badaniach dynamiki nierównowagowej kwantowych układów wielociałowych typu RG. Fascynującym otwartym pytaniem dotyczącym izolowanych, kwantowych układów wielociałowych jest to, w jaki sposób ewoluują one po nagłym zaburzeniu. Uważamy, że jest możliwe badanie tego problemu na przykładzie modelu RG w ramach jego realizacji w 2d CFT. Ten pomysł chcemy rozwinąć.

Następna grupa zagadnień podejmowana w niniejszym projekcie również dotyczy modeli całkownych. Stawiamy hipotezę, że w ramach formalizmu 2d CFT, wykorzystując wspomnianą powyżej granicę nieskończonego ładunku centralnego, można rozwiązać inne kwantowe układy

wielociałowe takie jak eliptyczny model Calogero—Mosera i okresowy łańcuch Tody. Zastosowanie technik 2d CFT powinno doprowadzić do szeregu nowych szczegółowych wyników dla tych modeli.

Naszym kolejnym celem jest zbadanie zaproponowanej ostatnio korespondencji między tzw. „niebiańskimi” amplitudami teorii Yanga—Millsa a półklasyczną granicą konforemnej teorii pola Liouville’a. Okazuje się, że pewne drzewiaste amplitudy rozpraszania gluonów w niskich rzędach rachunku zaburzeń, np. amplitudy 3- i 4-gluonowe, zachowują się jak korelator 2d CFT. Co więcej, pokazano również, że takie amplitudy wyliczone w pewnym tle mogą mieć związek z granicą półklasyczną (granicą nieskończonego ładunku centralnego) funkcji korelacji kwantowej teorii Liouville’a. Eksploracja tego tematu przy użyciu zaawansowanych technik 2d CFT może wytyczyć nową ścieżkę do zrozumienia dynamiki pól Yanga—Millsa. To jest nasza główna motywacja i nadrzędny powód podjęcia tego tematu badawczego.