

Streszczenie

Informacja kwantowa ma na celu ustalenie matematycznych podstaw do opisu przyrody w małych skalach. Aby to zrobić, opiera się na założeniu, że układy fizyczne można opisać za pomocą *stanów* w przestrzeni wektorowej i ich wypukłych kombinacji; a działające na nie operacje można opisać przekrojem zbioru stanów większych układów wymiarowych. Dlatego zarówno podstawowe pytania, jak i zastosowania technologii kwantowych często dotyczą wewnętrznej struktury wybranych wypukłych zbiorów zainteresowań. Jednak w praktyce przestrzeń zarówno stanów, jak i operacji opisujących układ kwantowy rośnie wykładniczo wraz z rozmiarem układu. Jest to nieodłącznie związane z obosiecznym charakterem mechaniki kwantowej: stanowi ona obiecujące ramy dla nowych możliwości, które są nierealne w teorii klasycznej, za cenę znacznego wzrostu złożoności. Dlatego zarówno zrozumienie teorii kwantowej, jak i jej wykorzystanie do nowatorskich celów praktycznych, wymagają nowych technik w celu odkrycia konkretnych rozwiązań leżących w jej złożonej strukturze.

Niniejsza rozprawa koncentruje się na wykorzystaniu dwóch typów narzędzi do odpowiedzi na różnorodne pytania w tej dziedzinie: identyfikowaniu i wykorzystywaniu symetrii w celu znalezienia rozwiązania określonego problemu oraz wykorzystaniu analizy geometrycznej do odkrycia nowych właściwości i połączeń. Pierwsza praca dotyczy detekcji splątania: wprowadzamy metodę nieliniową wykorzystującą identyczne kopie stanu rzeczywistego i standardowych świadków jednokopiowych, która wykazuje właściwości symetryczne i może być realizowana w eksperymentach. W drugiej pracy wykorzystujemy techniki redukcji symetrii do rozwiązywania problemów optymalizacji wypukłej niezmienników pod kopiami tensorowymi operatorów unitarnych. Trzecia praca dotyczy uogólnionych pomiarów kwantowych, dla których ustalamy charakterystykę analogiczną do wielotopu Birkhoffa (w sformułowaniu Ostrowskiego) poprzez relacje majoryzacji operatora. W czwartej pracy identyfikujemy zasoby nielokalne w dwudzielnych, zaszumionych operacjach kwantowych na podstawie eksperymentalnie dostępnych rozkładów prawdopodobieństwa. Analiza ta prowadzi do piątej pracy, w której określamy ilościowo zarówno ogólne, jak i dekoherentne nielokalne zasoby kanałów kwantowych i ujawniamy rolę, jaką w dobrze znanych protokołach kwantowych odgrywa nielokalność, odporna na dekoherencję. Wyniki te rzucają światło na współdzielone zasoby potrzebne do realizacji operacji nielokalnych i ich komponent odporny na skutki dekoherencji występujące w realistycznych urządzeniach.