

АНАЛИЗ СИММЕТРИЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ПОЛНЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАТОРНОЗНАЧНЫХ МЕР В ВЫСОКИХ РАЗМЕРНОСТЯХ

Тузиков Ф. Н.¹

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Попов И. Ю.¹

¹Университет ИТМО

tuzikovfedor@gmail.com

Введение

Среди исследователей в области квантовой теории информации до сих пор сохраняется интерес к симметричным информационно-полным положительным операторнозначным мерам (SIC-POVM). Хотя эти наборы операторов определяются крайне просто, вопрос их существования в произвольных размерностях остается открытой проблемой, и потому их построение в высоких размерностях зачастую требует применения численных методов поиска. В кубитных системах свойства SIC-POVM полностью изучены, и признаны оптимальными по ряду критериев [1]. В размерностях от 3 до 7 групповая структура этих операторов изучалась в работах [2]. Тем не менее, в размерностях выше двух некоторые фундаментальные характеристики этих измерений остаются недостаточно исследованными. Недавние работы показывают, что в высоких размерностях возникают новые нетривиальные свойства, связанные со степенью их непроективности и возможностью симуляции проективными измерениями [3]. Многие труды, затрагивающие SIC-POVM в высоких размерностях, часто рассматривают их конкретные реализации, полученные с использованием свойства групповой ковариантности. Однако систематизированный анализ в размерностях выше 2 практически отсутствует.

Основная часть

В работе проводится обобщение и классификация известных аналитических конструкций SIC-POVM, а также сравнительный анализ степени их непроективности и информационной эффективности в зависимости от размерности системы. Рассчитаны значения пороговой видимости шума для флаговых и ковариантных моделей.

Выводы

Результаты исследования могут быть использованы при разработке новых квантовых протоколов, обладающих повышенной устойчивостью к шумам, и применимы в задачах моделирования квантовых многомерных систем. Перспективным направлением являются задачи квантовой томографии состояний, в которых предложенные операторы могут обеспечить повышение точности реконструкции.

Литература

1. Hirsch, F., Quintino, M. T., Vértesi, T., Navascués, M., Brunner, N. Better local hidden variable models for two-qubit Werner states and an upper bound on the Grothendieck constant $K_G(3)$ // Quantum. 2017. Vol. 1, P. 3.
2. Samuel S. B., Gedik Z. Group theoretical classification of SIC-POVMs // Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical. 2024. Vol. 57, no. 29. P. 295304.
3. Cobucci G. et al. Maximally Nonprojective Measurements Are Not Always Symmetric Informationally Complete // Physical Review Letters. 2026. Vol. 136, no. 6. P. 060201.