

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ДЛЯ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ¹

Фельдман Э.Б.

*Институт проблем химической физики РАН
142432, г. Черноголовка, пр. Ак. Семенова, д. 1*

Разработка квантовых компьютеров, развитие квантовой криптографии, передача квантовых состояний, телепортация, квантовая метрология и т.д. достигли значительных успехов и привели к созданию квантовых приборов и устройств, значительно превосходящих по своим возможностям классические аналоги [1]. Физические основы квантовых технологий связаны с использованием суперпозиционных квантовых состояний и явления запутанности [2]. Методы магнитного резонанса, в частности, ЯМР дают уникальные возможности для теоретического и экспериментального исследования основных концепций квантовой информатики (запутанности, квантового дискорда, декогеренции и т.д.) [3]. Это прежде всего связано с развитыми экспериментальными методами создания многокубитных когерентных состояний и управления ими. Важную роль играет сильная изолированность систем ядерных спинов от других степеней свободы, что обеспечивает большие времена жизни создаваемых суперпозиционных состояний, которые могут использоваться и для проведения квантовых вычислений. Удобный и относительно простой теоретический аппарат позволяет получать аналитические результаты для информационных характеристик, что невозможно достичь в рамках других методов.

Мы сосредоточены на исследовании квантовых корреляций в простых системах взаимодействующих ядерных спинов [4] методами ЯМР и многоквантового ЯМР. Квантовые корреляции ответственны за преимущества квантовых приборов и устройств по сравнению с их классическими аналогами. Их исследование позволяет изучить свойства квантовых корреляций и разработать методы управления ими.

Изучение декогеренции позволяет найти времена жизни создаваемых многокубитных коррелированных кластеров, что важно для возможности

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-03-00056

реализации квантовых алгоритмов.

Исследование декогеренции многокубитных коррелированных кластеров мы проводим как теоретически, так и экспериментально. Основой для исследования декогеренции служит дипольная релаксация многоквантовой (МК) когерентности ЯМР второго порядка. С этой целью нами разработаны методы динамики и релаксации дипольно связанных ядерных спинов в МК экспериментах ЯМР [5]. Рассматривая дипольную релаксацию МК когерентностей ЯМР в МК эксперименте ЯМР, мы исследовали зависимость скорости декогеренции от размера многоспинового кластера. В МК экспериментах ЯМР, проведенных на монокристалле фтористого апатита кальция, мы показали, что скорость декогеренции медленно меняется с ростом размера кластера и установили верхний предел для этой скорости в рассмотренной системе.

Литература

1. Preskill J. Quantum computing in the NISQ era and beyond. arHiv:1801.00862, quant-phys., 2018.
2. Nielsen M.A., Chuang I.L. Quantum Calculation and Quantum Information. University Press. Cambridge, 2000.
3. Aldoshin S.M., Feldman E.B., Yurishchev M.A. Quantum entanglement and quantum discord in magnetoactive materials. Low Temperature Physics, 2014. 40. 3. P. 5-21.
4. Feldman E.B., Pyrkov A.N., Zenchuk A.I. Solid-state multiple quantum NMR in quantum information processing: exactly solvable models. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 2012. 370. P. 4690-4712.
5. Bochkin G.A., Feldman E.B., Vasilev S.G., Volkov V.I. Dipolar relaxation of multiple quantum coherences in one-dimensional systems. Chemical Physics Letters, 2017. 680. P. 56-60.