

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ильи Дмитриевича Лазарева «Многочастичная запутанность в многоквантовой спектроскопии ЯМР в твердом теле», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Многоквантовая (МК) спектроскопия ЯМР, появившаяся как следствие развития многоимпульсного ЯМР, является мощным методом исследования локальной структуры твердых тел. В основе МК спектроскопии лежит наблюдение за многоквантовыми/многоспиновыми когерентными состояниями и ростом многоспиновых динамических корреляций.

В представленной диссертационной работе И.Д. Лазарев показал, что МК спектроскопия ЯМР твердых тел позволяет наблюдать за многочастичной запутанностью. Запутанность служит важнейшим ресурсом в квантовой информатике: использование запутанных состояний обеспечивает выполнение телепортации, криптографии и вычислений. Особо хочется отметить продемонстрированную им новую важную роль второго момента МК спектра, как меры многочастичной запутанности. До этого второй момент применялся для извлечения из МК спектров среднего числа динамически коррелированных спинов и его роста со временем. На этом основании судили о локальных свойствах вещества, а также о распространении квантовой информации. Использование И.Д. Лазаревым простых моделей: спиновых цепочек и спин-несущих молекул в нанопоре – позволило ему провести полный и понятный анализ зависимости числа запутанных спинов от физических параметров. Тем самым, выполненные исследования открывают новую страницу МК спектроскопии ЯМР в твердых телах.

Автореферат дает полное представление о проделанной работе, которая по объему, новизне результатов и практической значимости соответствует требованиям к кандидатским диссертациям. Соискатель продемонстрировал умение выполнять вычисления аналитически и численно. Он хорошо разбирается как в методах расчета, так и в физическом содержании полученных результатов. Считаю, что И.Д. Лазарев заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Главный научный сотрудник лаборатории радиоспектроскопии и спиновой электроники Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН,  
доктор физ.-мат. наук

В.Е. Зобов

Ученый секретарь Института, кандидат физ.-мат. наук

А.О. Злотников