

Отзыв

научного руководителя профессора, доктора физ.-мат. наук Н.С. Ананикяна о диссертации В.С. Абгаряна "Квантовая запутанность в спин-1 малочастичных кластерах и одномерных цепочках", представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02-теоретическая физика в диссертационный совет Д 720 .001.01 ЛТФ им. Н.Н. Боголюбова ОИЯИ.

В настоящее время квантовая запутанность является фундаментальной основой таких научных сфер, как теория квантовой информации, квантовая телепортация, плотное кодирование, квантовая криптография, запутанность черных дыр, квантовые свойства поверхностных плазмонов и т.д. Квантовая запутанность - это ситуация, при которой квантовые характеристики двух или более частиц оказываются связаны. Она может возникнуть, например, если частицы родились в результате одного и того же события. Фактически, нужно, чтобы была определена суммарная характеристика всех частиц. Если, например, в ходе эксперимента измерить состояние одной из запутанных частиц, то есть заставить ее принять конкретное состояние, то суперпозиция автоматически снимается и у другой запутанной частицы, на каком бы расстоянии они ни находились. Таким образом, получается, что информация передается от частицы к частице с бесконечной скоростью, заведомо большей скорости света. Последовательно стоявший на детерминистских позициях Эйнштейн отказывался считать эту ситуацию чем-то большим, чем абстрактным умопостроением. Проблема запутанности игнорировалась почти 30 лет, пока ею не заинтересовался ирландский физик Джон Белл. Белл продолжил анализ ЭПР (Эйнштейн-Подольский-Роузен)-парадокса и в 1964 г. сформулировал свои неравенства. И до сих пор проблема квантовой запутанности имеет огромное значение как в экспериментально-прикладной сфере, так и в натуральной теории.

Ваагн Саркисович Абгарян начал изучать квантовую запутанность с третьего курса факультета физики Ереванского Государственного Университета под моим руководством. Год спустя он занял первое место, как молодой ученый на международной конференции.

Диссертационная работа В.С. Абгаряна посвящена изучению механизмов возникновения квантового явления запутанности в твердых телах со спином 1 Гейзенбергского взаимодействия, как в ферромагнитных, так и в антиферромагнитных системах. Он исследовал интенсивность указанного явления через количественные характеристики запутанности.

На начальном этапе исследований перед В.С. Абгаряном была поставлена задача изучения квантовой запутанности в конечных кластерах спин-1 частиц, взаимодействующих самым общим видом квантового гамильтониана, включающего биквадратное взаимодействие, а также одноосную одно-ионную анизотропию (кристалльное поле). Для достижения данной цели были написаны компьютерные программы, выполняющие аналитические расчеты квантовой запутанности соседних спиновых степеней свободы в малочастичных кластерах. Был получен ряд интересных результатов для таких систем. В частности, было показано скачкообразное поведение запутанности при отдельных переходах, вызванных изменениями магнитного поля, коэффициента билинейного взаимодействия, кристалльного поля, было также показано существование максимума запутанности в точке нарушения симметрии, вызванной введением одно-ионной анизотропии. Были рассмотрены как ферромагнитные, так и антиферромагнитные системы, отличающиеся существенным образом. В антиферромагнитных Гейзенберг-моделях со спином 1 было получено магнитное плато.

Затем В.С. Абгарян поступил в магистратуру, а в 2011 году в аспирантуру УНЦ ОИЯИ. За эти годы была изучена проблема двухчастичной квантовой запутанности в спин-1/2-1 смешанной модели Изинга-Гейзенберга на бесконечной даймонд-цепочке. В связи с

сепарабельностью отдельных блоков цепочки, можно изучать запутанность системы в целом. В частности, для данной модели было описано интересное поведение запутанности при фрустрации, было показано, что переходы, вызванные переориентацией изинговских спинов, не приводят к изменению запутанности.

В последующем для полного понимания поведения как квантовой, так и тепловой запутанности был применен более последовательный трансфер-матричный подход редукции матрицы плотности для расчета запутанности в спин-1 модели Изинга-Гейзенберга. Здесь было показано, что введение одно-ионной анизотропии, несмотря на понижение запутанности основного состояния, приводит к повышению пороговых температур исчезновения квантовой запутанности. Было также показано, что для определенного интервала значений параметров, входящих в гамильтониан, пороговая температура слабо зависит от значений внешнего магнитного поля. При изучении спин-1 модели Изинга-Гейзенберга, В.С. Абгарян показал, что она может быть полезна для описания процесса намагничивания определенного никельсодержащего соединения. Показано, что введение одно-ионной анизотропии позволяет, хоть количественно и не совсем точно, но качественно достоверно описать фазовую диаграмму состояний для данного соединения. Это подтверждает эксперимент С. Конора и др. в определенной области магнитного поля и температуры. Интересно отметить, что В.С. Абгарян показал, что в случае равенства биквадратного и билинейного взаимодействий возникает второй параметр порядка. Точное решение квантового Гейзенбергского взаимодействия с высшими спинами было получено Г. Бабуджяном и Л.Тахтаджяном в случае равенства этих взаимодействий на бесконечной цепочке. Варьируя кристалльное поле, можно получить трикритическую точку, что является дальнейшей научной задачей.

В целом диссертация В.С. Абгаряна "Квантовая запутанность в спин-1 малочастичных кластерах и одномерных цепочках" представляет собой законченное теоретическое исследование квантовой запутанности и ее фазовой диаграммы в спин-1 моделях для кластеров частиц и квазиодномерной системы даймонд-цепочки Изинга-Гейзенберга.

Результаты диссертации были опубликованы в ведущих рецензируемых журналах и неоднократно представлялись на международных конференциях.

При решении поставленных перед ним задач В.С. Абгарян проявил способности изучения обширной научной литературы, выполнения теоретических расчетов, написания компьютерных программ. Он также проявлял инициативу и самостоятельность в решении новых задач.

Диссертация В.С. Абгаряна удовлетворяет предъявляемым требованиям, а он сам, несомненно, достоин присвоения степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:

профессор , доктор физ.-мат. наук
ведущий научный сотрудник
Национальной научной лаборатории
имени А. Алиханьяна (ННЛА)

Н.С. Ананикян

Подпись Ананикяна Н.С. заверяю,
ученый секретарь
Национальной научной лаборатории
имени А. Алиханьяна (ННЛА)

Р.К. Далакян



22.12. 2015