

Отзыв на диссертационную работу Козлова Г.Г. «Исследования низко размерных трансляционно-несимметричных твердотельных моделей методом функций Грина»

В диссертации Козлова Г.Г. изучается один из наиболее популярных в теории разупорядоченных систем класс моделей - диагонально разупорядоченные модели. С формальной точки зрения это соответствует исследованию собственных значений и собственных состояний гамильтониана (4) (нумерация диссертации), диагональ которого моделирует тот или иной «случайный потенциал». Основной объем диссертации относится к исследованию локализации в одномерных системах. Базовым математическим объектом исследования является резольвентная функция Гамильтониана (4) (функция Грина).

Введение и Обзорная часть диссертации содержат краткое описание аппарата функций Грина, применяемого автором.

В следующей (третьей) главе автор показывает, что с помощью гамильтониана (4) можно анализировать модели пространственно-ограниченных твердотельных объектов (квантовые ямы, квантовые точки).

Основное содержание диссертационной работы, на мой взгляд, приходится на главы с четвертой по девятую, где автор анализирует разупорядоченные модели. Эти результаты можно разделить на две группы. К первой следует отнести расчеты плотности состояний случайных моделей, ко второй – анализ их локализационных свойств.

К результатам первой группы относится анализ одномерных моделей с равномерным и бинарным беспорядком, в процессе которого изучены свойства и предложен метод расчета соответствующих плотностей состояний. Сюда же следует отнести полученное автором точное решение коррелированной модели Ллойда. Плотность состояний выражается через усредненную функцию Грина модели, для расчета которой автор развивает подходы, предложенные Дайсоном и Ллойдом.

К результатам второй группы относятся вычисления степени локализации собственных состояний для различных вариантов диагонального беспорядка. Это требует расчета среднего значения одновременно двух гриновских функций – опережающей и запаздывающей. Для решения этой задачи автором предложен метод совместной статистики опережающей и запаздывающей функций Грина, получены соответствующие уравнения для совместной плотности вероятности и разработаны разнообразные варианты теорий возмущения для их решения. С помощью развитых методов в диссертационной работе проведены расчеты локализации в смысле критерия Андерсона для случая слабо разупорядоченной системы общего вида, для системы с бинарным беспорядком и малой концентрацией дефектов, для системы со сложной структурной единицей и т.д. Предложенной методикой удалось проанализировать случайные модели с бесконечным вторым моментом случайного потенциала, а также коррелированные модели.

Следует отметить, что в теории разупорядоченных систем и соответствующем математическом аппарате к настоящему времени остаются нерешенные вопросы, поэтому данная диссертационная работа, по моему мнению, является важной и актуальной. Дополнительную актуальность работе придает тот факт, что в последнее время наблюдается заметный рост интереса к низко размерным разупорядоченным системам, особенно, к системам с коррелированным случайным потенциалом, которым в диссертации уделено значительное место.

В качестве объекта исследования автор выбрал класс моделей, описываемых гамильтонианом (4). Несмотря на то, что подобные модели давно исследуются, автору удалось получить ряд новых результатов, касающихся как спектральных, так и локализационных свойств этих моделей.

Наиболее важные результаты, на мой взгляд, приведены в главах 4 – 9, касающихся случайных систем. Из результатов по расчету плотностей состояний случайных систем наиболее важным является полученное автором точное решение коррелированной модели Ллойда. Количество точных решений в теории разупорядоченных систем очень невелико, в то время как такие решения имеют большое эвристическое значение и служат «пробным камнем» при проверке различных приближенных подходов. Кроме того, описанное в диссертации развитие и обобщение предложенного Дайсоном метода статистики функции Грина, также представляет интерес, поскольку этот подход используется сравнительно мало.

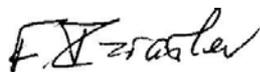
Известное явление локализации собственных состояний в случайных системах обычно описывают с помощью таких параметров как длина локализации, коэффициент пропускания, проводимость. Выполненные в диссертационной работе расчеты локализации в смысле критерия Андерсона дают важную дополнительную информацию о характере состояний разупорядоченной системы, а предложенная схема анализа, позволившая изучить целый ряд разнообразных моделей, претендует на известную универсальность. По моему мнению, особенно интересными является последовательный расчет локализации в модели Ллойда (не возможный в рамках элементарной теории возмущений) и в коррелированной системе с большим радиусом корреляции.

Позитивным свойством диссертационной работы является широкое использование компьютерного эксперимента для проверки получаемых результатов, которые иногда требуют довольно громоздких выкладок.

По содержанию диссертационной работы у меня возникло только несколько замечаний.

1. Во введении и обзорной части изложение носит несколько однобокий характер. Совершенно не освещаются уже известные методы анализа низкоразмерных случайных систем, основанные на анализе коэффициента пропускания, длины локализации и др.
2. Имело бы смысл сопоставить полученные результаты с теми, которые основаны на анализе длины локализации методом Ляпуновских показателей. В частности, было бы интересно показать насколько сильно отличается длина локализации определяемая через «inverse participation ratio», от хорошо изученной длины локализации измеряемой как обратный Ляпуновский показатель. Насколько мне известно, на этот счет имеются только численные результаты.
3. Исходя из вышеприведенных замечаний, мне кажется недостаточным список опубликованных работ, из которого бы более полно следовала значимость полученных в диссертации результатов.

Перечисленные замечания, однако, несут незначительный характер для диссертации в целом и автор заслуживает присуждения ему степени доктора наук.



Д. Ф.-М. наук,
Феликс Израйлев,
Институт Физики, Университет города Пуэбла,
Пуэбла, Мексика

5 декабря 2015 года