

Отзыв официального оппонента
на диссертационную работу А.В. Лункина
СТРУКТУРА НЕ-ФЕРМИЖИДКОСТНОГО ОТКЛИКА
В МОДЕЛИ САЧДЕВА-ЙЕ-КИТАЕВА С ВОЗМУЩЕНИЕМ
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Модель SYK (Сачдев-Йе-Китаев) появилась на свет только в 2015 году, что удивительно, учитывая крайнюю простоту ее гамильтониана. Видимо, дело в том, что возможность реализации майорановских состояний (а модель SYK записывается именно для системы майорановских фермионов) в реальных системах тоже была обоснована сравнительно недавно (заметим, что фактическая экспериментальная реализация таких состояний до сих пор ставится под сомнение). Тем не менее, исследования свойств модели SYK, безусловно, важны с фундаментальной точки зрения – SYK представляет собой один из примеров нефермиждкостных систем, допускающих точное решение. Именно исследование такого рода и было предпринято в диссертации.

Традиционно, диссертация начинается с обзорно-вводной части, которой посвящены главы 1,2. Эта часть легко читается и свидетельствует о хорошей погруженности автора в тематику диссертации – она содержит всю необходимую информацию, которая логично структурирована.

Содержательными являются следующие три главы. Первая из них посвящена вычислению восприимчивости системы на переменное внешнее поле. Далее, автор вводит обобщенную модель, представляющую собой решетку SYK-систем со слабой связью между соседями. Строго говоря, в главе 4 исследуется не SYK система, а ее фермионный аналог, для которого автор определяет кинематические коэффициенты. Наконец, в пятой главе рассчитывается динамика распространения возмущения на решетке SYK-систем. При этом используется техника ОТОС – вычисление эволюции на «удвоенном» контуре Келдыша. Автор показывает, что распространение информации в системе носит баллистический характер. Основным применяемым в работе методом является оценка континуальных интегралов через определение седловой траектории.

Работа выполнена на высоком техническом и физическом уровне, с использованием современного набора моделей и методов (здесь надо повториться, подчеркнув, что сам SYK-гамильтониан был написан менее 10 лет назад). Математические построения и их анализ представляются надежными и достоверными.

Тем не менее, имеется несколько вопросов и замечаний.

Во-первых, хотелось бы несколько расширить анализ и обоснование использования перевальной траектории. Вообще говоря, основанные на оценке континуального интеграла методом перевала методы могут давать неверные ответы – эта проблема известна как неопределенность Фирца. Судя по всему, для рассмотренных в работе систем с большим количеством мод таких проблем не возникает; однако, хотелось бы получить дополнительный комментарий автора по этому вопросу.

Говоря о рассмотренной в главе 4 фермионной системе, автор обходит вопрос о ее возможной стекольности. Обсудить его было бы полезно.

Далее, в главе 5 хотелось бы получить более развернутый анализ роли хаотизации системы (в тексте ляпуновская экспонента появляется единственный раз, в конце стр. 65). Как выглядела бы динамика, если бы система не была хаотизирована? (кажется, что баллистическое распространение возмущения возможно и в этом случае).

Наконец, рукопись очень плохо вычитана, текст изобилует несогласованными падежами и другими подобными шероховатостями (сказанное не относится к формулам, в которых я не увидел опечаток).

Высказанные претензии и замечания, разумеется, не умаляют общей высокой оценки работы. Диссертация Лункина А.В удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к работам на соискание степени кандидата физико-математических наук, а ее автор – А.В. Лункин – заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры квантовой электроники физического факультета
Московского государственного университета им. Ломоносова
Алексей Николаевич Рубцов

06 июня 2022 г.

Москва 119991, Ленинские горы 1 стр. 2, физический факультет МГУ
ar@ct-qmc.org
8 495 939 3669, 8 916 547 6484

Подпись Рубцова А.Н. заверяю
декан физического факультета МГУ
профессор



Н.Н. Сысоев