

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию А.Д.Ефимова
«Микроскопическая версия модели взаимодействующих бозонов»,
представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических
наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Дуализм одночастичного ферми-движения и фононных мод коллективных возбуждений в атомных ядрах всегда привлекал внимание теоретиков-ядерщиков, в результате чего были разработаны методы бозонных представлений фермионных операторов. Однако плохая сходимость бозонных разложений и существенные вычислительные трудности не позволили создать регулярной схемы микроскопического вычисления характеристик ядерных возбуждённых состояний в этом представлении. Одновременно на феноменологическом уровне была сформулирована модель взаимодействующих бозонов, позволившая успешно описать свойства низжайших возбуждений переходных ядер, отличающихся значительным ангармонизмом в спектре возбуждений. Эта модель претендовала на описание не только колебательных, но и низжайших вращательных состояний. Существенной особенностью феноменологического подхода является отсутствие гладких систематик её параметров при переходе от одной группы ядер к другой, отражающее эффективный характер модели.

Диссертационная работа А.Д.Ефимова посвящена микроскопическому расчёту параметров модели взаимодействующих бозонов на основе новых идей, в первую очередь, это модифицированное фононное представление основных и низжайших возбуждённых состояний и требование согласованности всей схемы расчёта, от квазичастичных амплитуд, амплитуд модифицированных фононов, до параметров бозонного гамильтониана. Это определяет **актуальность** темы и **новизну** результатов работы А.Д.Ефимова. Её **практическая ценность** связана с единообразным описанием свойств переходных ядер из области $A \approx 120$, изотонов с $N=70$, изотопов Те и Хе.

Во введении диссертации обоснована актуальность темы исследования, дан обзор основной литературы по теме, сформулированы требования, предъявляемые к микроскопическому подходу. В первой главе продолжено описание предпосылок к данному исследованию, сформулирована постановка **задачи и цель исследования** – создать теорию, способную описывать свойства коллективных состояний переходных ядер, вычисляя параметры бозонной модели. В связи с этим возникает первое замечание: представляется неоправданным разделение этой вводной части на два раздела.

Во второй главе изложены основные теоретические положения метода. В первую очередь это использование вариационного принципа для определения энергий коллективных состояний. Отметим, что оригинальность модели проявляется в использовании членов H_{20+02} , обычно исчезающих, и в том, что основное состояние перестаёт рассматриваться как вакуум фононов. Это требует

использования вариационного метода для получения уравнений движения. В выносимых на защиту положениях указано, что «впервые предложен и реализован вариационный метод...». Это слишком сильное по форме утверждение - конечно, вариационный метод использовался не впервые, хотя смысл пункта, выносимого на защиту, понятен и отражает суть сделанного. Вариационный принцип использован для получения уравнений движения в предложенной оригинальной модели, поэтому слово «впервые» относится именно к этой модели.

Принципиальным для предложенного метода является использование модифицированных фононов, отличных от стандартных фононов метода случайных фаз. В тексте это следовало бы выделить более отчётливо.

В третьей главе получены системы уравнений для квазичастичных амплитуд с учётом фиксированного числа бозонов. Это приводит к блокировке одночастичных состояний за счёт квазичастиц, формирующих фононы. Полученные уравнения обобщают трактовку параметров сверхтекучести. Парные корреляции рассматриваются в стандартном приближении БКШ или приближении «константного спаривания», к сожалению, в диссертации оно названо «контактным», что при обилии новых идей может привести к недоразумениям.

Уравнения для фононных амплитуд получены в четвёртой главе диссертации. В полной энергии проводится перегруппировка членов так, чтобы выделить часть в энергии коллективного состояния, которая слабо изменяется с ростом спина, и часть с мало изменяющимися параметрами. Описана итерационная процедура решения нелинейных уравнений для фононных и сверхтекучих амплитуд при сохранении числа частиц и целочисленном значении максимального числа бозонов. К сожалению, комментариев об устойчивости или сходимости этой процедуры в диссертации нет. Создаётся впечатление, что процедура сходится в специальных случаях, например, в тех переходных ядрах, которые выбраны для расчётов. Само по себе это не является недостатком, но должно быть оговорено, так как может сложиться впечатление теоретической «панацеи».

В пятой главе получено выражение для вероятностей E2-переходов. Усложнение конструкции оператора в бозонном представлении позволило обойтись без эффективных зарядов при описании экспериментальных данных.

Шестая глава посвящена изложению результатов расчётов и обсуждению оптимальности выбора параметров среднего поля и параметров бозонного гамильтониана, подчёркнута роль условий согласования.

В седьмой главе уделено внимание феномену «пересечения» полос при больших значениях углового момента. Принципиальный учёт взаимодействия бозонов позволяет описать взаимодействие полос и отразить изменения в волновых функциях, приводящие к резким изменениям наблюдаемых вероятностей E2-переходов вдоль полос (с изменением спина).

В заключении диссертации сформулированы основные результаты работы. На мой взгляд, они гораздо лучше, чем положения, выносимые на защиту, отражают место этой работы в общей картине развития теории ядра. Диссертация несомненно является определённым положительным вкладом в наше понимание природы коллективных возбуждений переходных ядер. Прделана огромная работа, систематизирующая отдельные результаты описания ядерного ангармонизма на основе микроскопической трактовки модели взаимодействующих бозонов.

Высказанные замечания не являются принципиальными недостатками работы и не влияют на её безусловно положительную оценку. А.Д.Ефимов развил оригинальный микроскопический подход, указал на причину фазового перехода от сферических к деформированным ядрам, определил на микроскопической основе параметры коллективного бозонного гамильтониана, использовал условия согласования во всех трёх типах ядерного движения (квазичастицы, фононы, бозоны) и в результате получил удовлетворительное описание свойств коллективных возбуждений изотонов с $N = 70$ и изотопов Те и Хе, включая «аномальное» поведение вероятностей E2-переходов в окрестности пересечения полос.

Достоверность полученных результатов подтверждается сравнением с имеющимися экспериментальными данными. Результаты неоднократно докладывались на Международных совещаниях по ядерной спектроскопии и структуре ядра, полностью опубликованы и получили признание специалистов.

Диссертация написана ясно, хорошим языком, оригинальные результаты подробно иллюстрируются рисунками. Список литературы полностью отражает историю и состояние исследований в этом направлении.

Предмет исследования, использованные в диссертации методы, результаты и основные выводы работы полностью соответствуют выбранной специальности. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Диссертация А.Д.Ефимова «Микроскопическая версия модели взаимодействующих бозонов» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Зав. лабораторией ядерной спектроскопии
Отделения нейтронных исследований
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ
доктор физ.-мат. наук

И.А.Митропольский



Подпись: Митропольского И.А.
ЗАВЕРЯЮ:
Зам. нач. ОК [Signature]