

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.01
НА БАЗЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 03.07.2019 № 128

О присуждении Ефимову Александру Дмитриевичу ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Микроскопическая версия модели взаимодействующих бозонов» по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 27.03.2019 (протокол № 120) диссертационным советом Д 720.001.01 на базе Объединенного института ядерных исследований, международной межправительственной организации, 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6, приказ Рособрнадзора о создании совета № 1484-1047 от 11.07.2008; полномочия совета подтверждены приказом Минобрнауки РФ № 105/НК от 11.04.2012.

Соискатель **Ефимов Александр Дмитриевич** 1956 года рождения.

В 1980 году соискатель окончил физический факультет Ленинградского государственного университета по специальности «Физика». Диссертацию «Теоретическое изучение свойств коллективных состояний квадрупольного типа в четных изотопах германия, селена и криптона на основе модели взаимодействующих бозонов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук защитил по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц в 1989 году, в диссертационном Совете при Ленинградском государственном университете от 6 апреля 1989 г. (протокол № 3). В настоящее время работает в должности старшего научного сотрудника в ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург.

Официальные оппоненты:

Борзов Иван Николаевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Национальный исследовательский центр “Курчатовский Институт”, отдел Ядерной астрофизики, заведующий лабораторией астрофизики;

Малов Леонард Александрович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория теоретической физики, ведущий научный сотрудник;

Митропольский Иван Андреевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт»», Отделение нейтронных исследований, заведующий лабораторией ядерной спектроскопии.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет", в своем положительном заключении, составленном **Яковлевым Сергеем Леонидовичем** (доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедры вычислительной физики физического факультета) и подписанном Микушевым Сергеем Владимировичем (проректор по научной работе) указала, что *«Диссертационная работа А.Д. Ефимова посвящена описанию коллективных состояний в переходных ядрах на основе бозонного представления парных фермионных операторов. В диссертации построена теория, позволяющая на основе эффективных межнуклонных сил рассчитывать параметры бозонной модели, призванной описывать коллективные состояния квадрупольного типа. До последнего времени бозонные модели использовались как феноменологический способ описания возбужденных состояний ядер. Важность и актуальность этого исследования связана с потребностью понимания процессов, определяющих природу состояний в ядрах. Эта потребность растет по мере роста экспериментальных данных о возбужденных состояниях в ядрах в широком*

диапазоне энергий и моментов. <...> Диссертационная работа содержит большой объем материала. К наиболее значимым результатам следует отнести микроскопический расчет параметров операторов бозонной модели и описание эффекта пересечения полос. Это открывает новые возможности в трактовке коллективных состояний в терминах квазичастичных и фононных мод возбуждений.<...> Автореферат полно отражает содержание диссертации. Содержание диссертации и полученные в ней результаты изложены в 17 статьях, опубликованных в рецензируемых научных журналах, индексируемых базами данных *Web of Science* и *Scopus*, в том числе в *Physical Review C*, и в *Eur. Phys. J. A*. и неоднократно докладывались на международных научных конференциях. Полученные при выполнении диссертации результаты найдут применение в решении более широкого класса ядерных задач. Прежде всего, это касается описания коллективных полос в нечетных и нечетно-нечетных ядрах. <...> Диссертация А.Д. Ефимова “Микроскопическая версия модели взаимодействующих бозонов” отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 01.04.16 <...>, а ее автор Ефимов Александр Дмитриевич безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.”

Соискатель имеет более 100 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 18 работ опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Основные публикации по теме диссертации:

1. Ефимов А.Д., Михайлов В.М. «Коллективная ядерная динамика», сб. статей под ред. Джолоса Р.В. Л.: Наука, 1990. С. 120.
2. Efimov A.D., Mikhajlov V.M. «Phonon mechanisms of mixing collective and quasiparticle excitations» // *Physical Review C*. 1999. Vol. 59. Is. 6. Pp. 3153-3165.
3. Pasternak A.A., Srebrny J., Efimov A.D., et al. «Lifetimes in the ground-state band and the structure of 118 Te» // *European Physical Journal A*. 2002. Vol. 13. Pp. 435-448.
4. Ефимов А.Д., Михайлов В.М. «Самосогласованное определение спаривательных и фононных амплитуд в многофононных состояниях» // *Известия РАН. Сер. физ.*

2010. Т. 74. No. 4. С. 580-586.

5. Ефимов А.Д., Михайлов В.М. «Микроскопическое описание коллективных состояний изотонов с $N=70$ на основе МВБ» // Известия РАН. Сер. физ. 2012. Т. 76. No. 8. С. 969-974.

6. Ефимов А.Д., Михайлов В.М. «Микроскопическое описание абсолютных значений $V(E2)$ в рамках МВБ» // Известия РАН. Сер. физ. 2013. Т. 77. No. 7. С. 948-953.

7. Efimov A.D., Mikhajlov V.M. «Collective states of even Xe isotopes in IBM+MQRPA» //EPJ Web of Conferences. 2016. Vol. 107. P. 03013(1-5).

8. Ефимов А.Д., Михайлов В.М. «Вариационный метод расчета параметров МВБ1 и свойства четных изотопов теллура» //Известия РАН. Сер. физ. 2016. Т. 80. No. 8. С. 986-991.

9. Ефимов А.Д., Михайлов В.М. «Микроскопическая структура ираст-полос в четных изотопах Хе» //Известия РАН. Сер. физ. 2018. Т. 82. No. 10. С. 1395-1402.

10. Ефимов А.Д., Михайлов В.М. «Бозонное описание пересечения полос в четных изотопах Ва» //Известия РАН. Сер. физ. 2019. Т. 83. No. 9. С. 1248-1255.

Общий объем опубликованных работ по материалам диссертации составляет 490 печатных страниц. Все работы с результатами диссертации опубликованы в журналах, которые включены в международные системы цитирования Scopus и Web of Science и хорошо известны научному сообществу. Все журналы рецензируемые, опубликованные работы прошли серьезную всестороннюю проверку рецензентами – ведущими специалистами в области теоретической и ядерной физики.

Отзывы официальных оппонентов и ведущей организации положительные, но содержат следующие основные замечания, не снижающие общей высокой оценки научного уровня диссертации. В отзыве ведущей организации приведен список замечаний: *«Замечания и пожелания. 1. В качестве замечаний к диссертационной работе А.Д. Ефимова, отметим, что при решении нелинейных уравнений слабо освещен сам метод их решения и не обсуждался вопрос о единственности полученных решений. Естественно это не влияет на общую*

высокую оценку диссертации и не снижает ее научной ценности. 2. Каждое коллективное состояние, представленное в приведенных вычислениях, характеризуется своим набором бозонных параметров, параметров преобразования Боголюбова, фононных амплитуд. Из изложения не ясно, учитывалось ли это различие при вычислении вероятности переходов между различными состояниями. Такой вопрос обычно возникает в кренкинг модели. 3. При описании квадрупольных моментов первого возбуждения, оказалось, что его значение в основном определяется взаимным расположением одночастичных состояний нейтронной оболочки. Так как в работе эффективных зарядов не вводилось, то есть нейтронный заряд равен нулю, поэтому хотелось бы иметь подробный комментарий по этому поводу.» В отзыве **И.Н. Борзова** говорится: «1) Предложенная модификация КМСФ касается только нижайшей квадрупольной моды. Естественно возникает вопрос об ортогональности всех остальных мод с нижайшим возбуждением. Также, гамильтониан не должен связывать однофононные состояния квадрупольного типа. Было бы желательно обсудить этот вопрос подробнее. 2) При рассмотрении связи высокоспиновых мод с коллективными состояниями (глава седьмая) использовалась теория возмущений. Возможно было бы полезно проводить прямую диагонализацию матрицы энергий для нахождения спектров состояний. 3) В работе обсуждается возможность расширения гамильтониана МВБ1 дополнительными членами, но не выработан критерий необходимости их использования. При расчете самих параметров эти члены не рассматриваются. Вместе с тем оператор электрических квадрупольных переходов дан в расширенном виде по сравнению с традиционным. Необходимо объяснить такое выборочное расширение используемой бозонной модели. Сделанные замечания и пожелания не снижают общей высокой оценки диссертации.» В отзыве **Л.А. Малова** говорится: «Замечания к диссертации носят в значительной степени характер пожеланий. В своих исследованиях низколежащих возбуждений положительной чётности и электромагнитных переходов между ними, автор ограничивается E2-переходами. На мой взгляд, было

бы интересно расширить этот подход и проверить его применимость на исследование природы и свойств магнитных $M1$ -переходов. При анализе структуры возбуждённых состояний автор не проводит сопоставления с экспериментальными данными по их квазичастичной структуре, получаемыми по спектроскопическим факторам из прямых ядерных реакций передачи нуклонов. Представляло бы большой интерес провести расчёты в сильно деформированных ядрах редкоземельной или трансурановой областей, чтобы определить пределы применимости МВБ и сравнить её выводы с результатами, полученными в Квазичастично-Фононной Модели Ядра, развиваемой в ЛТФ ОИЯИ.» В отзыве **И.А. Митропольского** говорится: «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. <...> 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. <...> 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. <...> 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 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.»

Соискатель ответил на все замечания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основан на том, что оппоненты являются видными специалистами, как в области теоретической физики, так и в области ядерной физики, а ведущая организация – одним из лидирующих научно-исследовательских университетов в области экспериментальной и теоретической физики. Это подтверждается многочисленными публикациями в журналах из списка ВАК, индексируемых в международных базах данных Web of Science и SCOPUS, а также высоким индексом цитируемости их работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан и применен теоретический подход, позволяющий описывать свойства коллективных квадрупольных состояний переходных ядер на микроскопической основе. Амплитуды парных корреляций и квадрупольной моды возбуждения, получены на основе вариационного метода при ряде дополнительных условий.

Предложено решение проблемы фазового перехода при определении структуры коллективной моды при переходе от сферических к деформированным ядрам.

Впервые на микроскопической основе определены параметры коллективной бозонной модели, достигнуты условия согласования амплитуд, определяющих квазичастицы, структуру фононов и бозонный состав коллективных состояний. Принципиальным является связь коллективных и неколлективных мод возбуждений. Это позволило получить удовлетворительное описание свойств коллективных возбуждений изотонов с $N = 70$ и изотопов Te и Xe .

Реализовано расширение бозонного пространства за счет дополнительных высокоспиновых мод на микроскопической основе, что позволило получить согласующееся с экспериментом описание приведенных вероятностей электрических квадрупольных переходов в области пересечения ротационных полос, т.е. при больших значениях углового момента ядра в изотопах Xe и Ba .

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована тем, что:

Разработанная в диссертации теория коллективных состояний позволяет перейти при описании переходных ядер в рамках бозонного рассмотрения от феноменологических к микроскопическим расчетам. Подтверждением этого стало успешное применение разработанной теории к изотонам с $N=70$, к четным изотопам Te , Xe , Ba . Коллективные и близкие к ним по энергии состояния трактуются через сложный квазичастичный состав. Этим самым открывается дополнительный стимул к получению или уточнению наиболее полной спектроскопической информации, касающейся данных о вероятностях переходов.

Разработанные в диссертации методы при соответствующем развитии могут быть применены при описании нечетных и нечетно-нечетных ядер.

Оценка достоверности полученных результатов подтверждена удовлетворительным описанием экспериментальных данных по коллективным состояниям переходных четно-четных ядер в области $A=120$. В этой же области ядер было получено микроскопическое описание эффекта пересечения полос. Результаты, изложенные в диссертации, были представлены в двадцати двух докладах на двадцати международных конференциях, где подробно обсуждались.

Личный вклад. Диссертация выполнена на базе исследований, проведенных в Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причём вклад диссертанта, если работы одновременно не касались новых экспериментальных результатов, был определяющим. Все представленные в диссертации результаты получены лично автором.

На заседании № 128 от 03 июля 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Ефимову А.Д. ученую степень доктора физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

Воронов Виктор Васильевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Быстрицкий Юрий Михайлович

03.07.2019

