

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Мазура Игоря Александровича «Исследование резонансных ядерных процессов в микроскопических подходах с использованием осцилляторного базиса»

К настоящему времени достигнуты серьезные успехи в исследовании связанных состояний ядер с более чем четырьмя нуклонами исходя из универсальных нуклон-нуклонных и трехнуклонных сил. Среди методов, применяемых для этой цели, лидирующее положение принадлежит так называемой модели оболочек без инертного кора. (На самом деле на сегодня это не модель, а мощный микроскопический метод.) Очевидно, имеется настоятельная необходимость попытаться распространить схему модели оболочек без инертного кора на задачи о реакциях. Это является **целью** данной диссертации и этим определяется **актуальность** ее темы. Для решения этой задачи в диссертации привлекается подход  $J$ -матрицы, развивавшийся в СССР и России Г.Ф. Филипповым, Ю.Ф. Смирновым и их сотрудниками.

Диссертация состоит из введения, трех глав основного текста, заключения и списка литературы. Во введении обосновывается актуальность работы, формулируются ее цели и задачи, указывается, в чем состоит ее научная новизна и теоретическая и практическая значимость и какова степень достоверности полученных результатов. Формулируются положения, выносимые на защиту, описана общая структура и краткое содержание диссертации.

В первой главе предложен приближенный метод расчета рассеяния в рамках модели оболочек без инертного кора исходя из подхода  $J$ -матрицы. Достоинством метода является его простота - используемой в нем информацией из многочастичного расчета является только зависимость положения лежащего в континууме уровня матрицы гамильтониана от числа учтенных в расчете состояний модели и от осцилляторной частоты. Показано, что метод дает точные результаты в модельной двухчастичной задаче. Он применен затем для решения задачи о низкоэнергетическом рассеянии нейтрона на  $\alpha$ -частице. Показано, что результаты, получаемые при разных осцилляторных частотах и при удержании в

расчете различного числа осцилляторных возбуждений, согласуются друг с другом, то есть метод - самосогласованный.

Во второй главе исследуется вопрос, существует ли достаточно узкое резонансное состояние в системе четырех нейтронов. Интерес к этой теме связан с выполненным недавно экспериментом, в котором анонсировано существование такого состояния, и с запланированной серией дальнейших экспериментов. Для исследования данного вопроса метод, предложенный в первой главе, модифицируется для расчета элемента  $S$ -матрицы процесса, в котором все частицы в начальном и конечном состояниях асимптотически свободны. Исходя из достаточно реалистического  $NN$  взаимодействия рассчитан такой элемент  $S$ -матрицы для процесса  $4n \rightarrow 4n$ . Из его энергетической зависимости извлекаются параметры возможного резонансного  $4n$  состояния в низкоэнергетической области. Такое состояние действительно найдено, и оно имеет энергию и ширину, сопоставимые с информацией из упомянутого эксперимента.

В третьей главе развивается более точная схема расчета реакций исходя, как и выше, из модели оболочек без инертного кора и  $J$ -матричного подхода. Показано, что она дает хорошие результаты в модельной двухчастичной задаче.

Диссертация хорошо написана, рисунки - хорошего качества. Число неудачных выражений и опечаток невелико.

По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания.

1. В недавней работе с участием автора, ЯФ **80**, 102 (2017), опубликованной в самое последнее время, низкоэнергетическая параметризация  $S$ -матрицы для двухфрагментных процессов в диссертации, типа входящей в расчет рассеяния нейтрона на  $\alpha$ -частице, усовершенствована, что, в принципе, должно приводить к более точным результатам в этой задаче. Сказанное можно рассматривать как пожелание на будущее.
2. В случае низкоэнергетической параметризации  $S$ -матрицы для процесса  $4n \rightarrow 4n$  целесообразно учесть тот факт, что эффективное взаимодействие четырех нейтронов на больших расстояниях не является короткодействующим. В используемом в диссертации гиперсферическом формализме это выражается тем

обстоятельством, что эффективные потенциалы убывают с ростом гиперрадиальной переменной не экспоненциально, а по степенному закону. Учет этого обстоятельства при конструировании  $S$ -матрицы при малых энергиях должен увеличить точность извлекаемых характеристик  $4n$  резонанса. Это замечание не ставит под сомнение правильность, как обсуждается ниже, этих характеристик, найденных в диссертации.

3. Соотношения (3.16) и (3.19) во вводной части раздела 3.4 являются неточными. Впрочем, они не используются в дальнейшем и, таким образом, не влияют на правильность результатов работы.

Все основные результаты диссертации, сформулированные в ней как положения, выносимые на защиту, и перечисленные также в ее заключении, являются **новыми**. К ним, в частности, относятся предложенный в первой главе метод расчета многочастичного рассеяния и его применение к рассеянию нейтрона на  $\alpha$ -частице, предсказание достаточно узкого резонанса в системе четырех нейтронов при низких энергиях.

Методы решения задач рассеяния, предлагаемые в диссертации, опираются на твердо установленные соотношения теории. Они проверены в диссертации в задаче с известным точным решением и полностью с ним согласуются. Найденная там параметризация элемента  $S$ -матрицы, из которой извлекались параметры резонанса в системе четырех нейтронов, приводит к фоновому вкладу, обладающему ожидаемым свойством гладкости и к положению резонанса, близкому к положению максимума производной обобщенной фазы по энергии. Все это указывает на **достоверность** результатов, полученных в диссертации.

С помощью предложенного в диссертации довольно просто реализуемого метода можно рассчитывать рассеяние в системах достаточно большого числа нуклонов исходя из универсальных  $NN+3N$  сил. А полученные в ней параметры резонанса в системе четырех нуклонов помогут планированию соответствующих экспериментов. Это показывает **теоретическую и практическую значимость** результатов диссертации.

Диссертация соответствует паспорту специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Из всего сказанного следует вывод, что диссертационная работа Мазура Игоря Александровича «Исследование резонансных ядерных процессов в микроскопических подходах с использованием осцилляторного базиса» соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842 с изменениями от 21 апреля 2016 (приказ № 335), а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц, за разработку, опробование и применение методов расчета рассеяния в системах не малого числа нуклонов и за предсказание резонансного состояния в системе четырех нейтронов.

15.06.2017

Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник Отделения теоретической физики Курчатовского ядерно-физического комплекса НИЦ «Курчатовский Институт», профессор кафедры «Физика элементарных частиц» НИЯУ МИФИ, доктор физико-математических наук (01.04.02)

E-mail: [v.efros@mererand.com](mailto:v.efros@mererand.com)

Тел.: +7(499)196 7397

Эфрос Виктор Данилович

Подпись сотрудника НИЦ «Курчатовский Институт»  
 Главный ученый секретарь  
 НИЦ «Курчатовский Институт»



» Эфроса В.Д. заверяю,

Стремоухов Сергей Юрьевич