

Отзыв рецензента на выпускную квалификационную работу
**«Асимптотика собственных функций непрерывного спектра
квантовой задачи рассеяния трех одномерных частиц
с короткодействующими потенциалами отталкивания»**

студента физического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета

Ильнура Вильевича БАЙБУЛОВА

В недавней совместной журнальной публикации¹ дипломанта, его научного руководителя С.Б.Левина и А.М.Будылина дано обоснование разрешимости одного из вариантов уравнений Фаддеева для системы трех частиц на прямой. Хотя в этой работе и рассматриваются лишь финитные парные потенциалы, в ней совершен значительный прорыв в исследовании задачи трех одномерных частиц. Дело в том, что «трехмерные» методы доказательства фредгольмовости уравнений Фаддеева, восходящие либо к самому Л.Д.Фаддееву (техника банаховых пространств гильбертовских функций в импульсном представлении), либо к Д.Р.Яфаеву (техника операторов Гильберта-Шмидта в координатном представлении) в случае одномерных частиц напрямую не работают ввиду слишком медленного убывания ядер у любой степени (интегрального) оператора Фаддеева. Авторам упомянутой публикации удалось найти трюк, состоящий в явном выделении медленно убывающих компонент этих ядер и погружении уравнений Фаддеева в прямую сумму некоторых конечномерного векторного и банахова пространств. Такой трюк позволяет не только применить альтернативу Фредгольма, но и исследовать на основе уравнений Фаддеева аналитические и асимптотические свойства ядра резольвенты гамильтониана рассматриваемой трехчастичной системы. Основные этапы этого анализа отражены и в рецензируемой квалификационной работе. Главным достижением работы является доведение исследования свойств ядра резольвенты (включая предельные значения на берегах разреза по абсолютно непрерывному спектру) до уровня, когда становятся известными детали его координатной асимптотики и в качестве коэффициента при соответствующей круговой волне можно выделить волновую функцию непрерывного спектра. Поскольку все межчастичные взаимодействия имеют чисто отталкивательный характер, речь идет лишь о волновой функции рассеяния, отвечающей процессам $3 \rightarrow 3$ с тремя асимптотически свободными частицами. Подчеркнем, что ранее, начиная с пионерской работы Буслаева, Меркурьева и Саликова 1979 года, координатная асимптотика этой функции исследовалась лишь на эвристическом уровне. В рецензируемой работе дается строгое оправдание эвристических дифракционных построений предшественников. Хотя в ней рассматриваются лишь частицы с равными массами, все обоснования могут быть распространены и на случай различных масс.

По-видимому, одним из дальнейших направлений исследований дипломанта могло бы стать распространение разработанного им подхода на системы трех одномерных частиц, двухчастичные подсистемы которых обладают связанными состояниями, и тем самым трехчастичный непрерывный спектр включает дополнительные ветви, отвеча-

¹И.В.Байбулов, А.М.Будылин, С.Б.Левин, Зап. научн. сем. ПОМИ 461 (2017), 14–51.

ющие процессам $2 \rightarrow 2,3$. Конечно, эта задача более трудная, но зато она в большей степени отражает то богатство вариантов спектра, которое предоставляют системы трех и большего числа частиц. Очень интересным могло бы стать построение и исследование соответствующего оператора рассеяния.

Еще одной рекомендацией рецензента является предложение обратиться к упоминавшемуся выше методу обоснования фредгольмовости уравнений Фаддеева (для трехмерных частиц), который был предложен Яфаевым. Представляется, что комбинация этого метода с идеей выделения конечномерного сингулярного пространства, используемой дипломантом, могла бы существенно упростить обоснование фредгольмовости вовлекаемых им интегральных уравнений Фаддеева.

Оценивая работу в целом, рецензент подчеркивает, что ее содержание соответствует заявленной в названии теме, и, более того, заявленная тема в проведенном исследовании раскрыта. Современное состояние изучаемого вопроса во вводной части работы отражено, а ее общая структура подчинена естественной логике изложения результатов. Как всякий достаточно большой текст, эта работа не лишена опечаток и стилистических погрешностей, однако они ни в коей мере не влияют на ее общую высокую оценку. Рецензент полагает, что данная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным (бакалаврским) работам. Она, несомненно, заслуживает оценки «отлично».



Александр Константинович МОТОВИЛОВ
д.ф.-м.н., начальник сектора “Малочастичные системы”
Лаборатории теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова
Объединенного института ядерных исследований

23.05.2018