



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ)

мкр. Орлова роща, д. 1, г. Гатчина, Ленинградская область, 188300
Телефон: (81371) 4-60-25, факс: (81371) 3-60-25. E-mail: dir@pnpi.nrcki.ru
ОКПО 02698654, ОГРН 1034701242443, ИНН 4705001850, КПП 470501001

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ

№ 40

«22» сентября 2024 г.



д.ф.-м.н. **В.В. Воронин**

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» на диссертационную работу **Багмутова Александра Сергеевича** на тему: «Спектральный анализ систем с взаимодействиями на множествах нулевой меры», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. – «Теоретическая физика».

1. Актуальность темы.

В диссертации А.С. Багмутова рассматриваются задачи на собственные значения для оператора Лапласа с граничными условиями Неймана, изменение которых рассматривается как возмущение для спектра. Для таких систем изучается зависимость спектральных характеристик от различных параметров системы, в частности, существование связанных состояний, их энергии и положение непрерывного спектра.

Системы описанного в диссертации типа встречаются в ряде работ, в различных вариациях, как с конечным, так и с бесконечным количеством резонаторов, разными ограничениями на форму и соотношения между параметрами системы, а также вариациями в самих операторах, действующих в области. Одной из основных целей является выявление влияния возмущений

границы на спектр оператора, в частности, на собственные значения и собственные функции изначального оператора.

Существует множество областей практического применения теории возмущений резонаторами Гельмгольца, таких как наноэлектроника, использующая волноводы в масштабах нанометров, при которых проявляются квантовые эффекты, или акустические приборы решающие такие задачи как шумоподавление и т.д. В частности, интересующие нас поверхности, заполненные большими количествами резонаторов, создающими особые граничные условия, в настоящее время активно исследуются в рамках области метаматериалов.

2. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Значимость работы.

В работе рассматриваются системы с новой геометрией, такие как область с границей и барьером, образованными системой открытых резонаторов и непостоянные потенциалы, сосредоточенные на линиях, для которых получаются новые результаты. Для системы из параллельных проводящих слоев предлагается новая классификация собственных состояний, связанная с теоремой Куранта об узлах собственных функций.

С.А. Багмутовым представлено доказательство утверждений о спектрах операторов с дельта-взаимодействиями, в частности теорем о существовании и числе связанных состояний в системе. Предложено применение концепции гофрированных границ при построении полупрозрачного барьера.

3. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Полученные в диссертации С.А. Багмутова результаты могут быть полезны при решении различных физических задач, связанных с поведением заряженных частиц в низкоразмерных системах, таких как нанотрубки, нанопровода, а также в проводящих слоях. Интересным и перспективным приложением, которое можно моделировать с помощью сингулярных потенциалов, является система из двух взаимодействующих линейных молекул, например ДНК.

4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений.

В работе используются различные хорошо изученные методы математической физики, квантовой теории и теории распределенных систем. Автор приводит подробные и строгие доказательства теорем и утверждений. Аналитические результаты подробно проверяются и иллюстрируются численными расчетами, наглядно демонстрирующими сходимость.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, замечания по оформлению.

В целом диссертация А.С. Багмутова представляет собой законченное научное исследование. Объем диссертации составляет 126 страниц. Она содержит 34 рисунка, иллюстрирующих основные положения и результаты. Список литературных источников содержит 117 наименований. Структура диссертации логична, результаты сформулированы четко и обоснованно. Содержание работы полностью отвечает требованиям, предъявляемым к квалификационной работе по специальности 1.3.3. – «Теоретическая физика».

В диссертации дискретные свойства спектра системы, называются квантовыми, что ограничивает область применимости результатов. Действительно, уравнения квантовой механики приводят к математической задаче на собственные значения. Природой квантования в них является некоммутативность операторов обобщенных координат и импульсов и выражается в существовании минимального действия в системе (постоянная Планка). Но для свободных систем без взаимодействия дискретность связана только с граничными условиями. Такими системами могут быть и классические резонаторы (что и отмечается в диссертации).

Такая же «терминологическая путаница» в использовании терминов «одночастичная» и «многочастичная» задачи. Если нет взаимодействия, переменные разделяются и задача сводится к одночастичной. В исследованных в диссертации физических системах нет спина, поэтому называть переход к одночастичному представлению приближением Хартри-Фока не корректно. Последнее характеризуется так называемым обменным взаимодействием, принципиально изменяющим характеристики спектра. Вообще, использование в диссертации терминологии, связанной с частицами, без упоминания подразумеваемой статистики, представляется неосторожным.

Не четко сформулирован важный пункт, выносимый на защиту (второй пункт), о «гофрированном фильтре», разделяющем области. Он повторяет первый пункт о гофрированной границе, хотя содержит новое и важное для приложений утверждение.

Эти замечания отражают «цеховые особенности» и несколько не умаляют достоинств проделанной работы, а скорее относятся к направлению дальнейших исследований.

6. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати.

По материалам диссертации А.С. Багмутова опубликованы 11 печатных работ. Из них 8 публикаций индексируются в наукометрических базах Web of

Science и Scopus. Основные результаты диссертационного исследования были представлены на 7 научных конференциях, из них 4 международных и 3 всероссийских.

7. Заключение.

Диссертация Багмутова Александра Сергеевича «Спектральный анализ систем с взаимодействиями на множествах нулевой меры» является законченной научно-квалификационной работой, в которой исследуются спектральные свойства модельных систем с сингулярными взаимодействиями в двух и трех измерениях. Аналитические результаты сравниваются с численными расчетами. Предложены интересные приложения для физических систем в различных областях физики: в акустике, наноэлектронике, молекулярной биологии и других. Работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. «Теоретическая физика», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доклад А.С. Багмутова заслушан и обсуждён на научном семинаре Отделения перспективных разработок НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ в присутствии членов Ученого совета отделения 10 января 2024 г.

Отзыв составил:

Ведущий научный сотрудник
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ,
доктор физико-математических наук

И.А. Митропольский
Mitropolsky_IA@pnpi.nrcki.ru

Учёный секретарь
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ,
кандидат физико-математических наук

С.И. Воробьев
Vorobyev_SI@pnpi.nrcki.ru

Контакты ведущей организации:

ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».
188300, Ленинградская область, г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д. 1.
Тел.: +7 (81371) 460-25, E-mail: dir@pnpi.nrcki.ru