

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.202.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА им. В. А. СТЕКЛОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 8 октября 2018 года №8

О присуждении САРАФАНОВУ ОЛЕГУ ВАСИЛЬЕВИЧУ, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация **«Асимптотические и численные методы исследования квантовых волноводов и приложения к резонансному туннелированию»** по специальности 01.01.03 – математическая физика принята к защите 14 мая 2018 года, протокол №5, диссертационным советом Д 002.202.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского отделения Математического института им. В. А. Стеклова Российской академии наук, 191023, Россия, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, дом 27, приказ №75/нк от 15.02.2013.

Соискатель САРАФАНОВ ОЛЕГ ВАСИЛЬЕВИЧ, 1977 года рождения, в 2000 году закончил физический факультет Санкт-Петербургского государственного университета по специальности «Физика». В 2003 году закончил очную аспирантуру в Санкт-Петербургском государственном университете. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Алгебра псевдодифференциальных краевых задач на многообразии с гладкими ребрами» защитил в Диссертационном совете Д 212.232.24 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования

«Санкт-Петербургский государственный университет» в 2004 году. Докторская диссертация выполнена на кафедре высшей математики и математической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». В настоящее время соискатель, САРАФАНОВ ОЛЕГ ВАСИЛЬЕВИЧ, работает на кафедре высшей математики и математической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» в должности доцента.

Научный консультант:

Пламеневский Борис Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры высшей математики и математической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Официальные оппоненты:

Ильинский Анатолий Серафимович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математической физики факультета вычислительной математики и кибернетики, заведующий лабораторией вычислительной электродинамики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»;

Казаков Александр Яковлевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики и информатики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»;

Кузнецов Николай Германович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории математического моделирования волновых процессов ФГБУН «Институт проблем машиноведения Российской академии наук», г. Санкт-Петербург

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБУН «Институт математики с вычислительным центром – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук», в своем положительном заключении, подписанном и.о. заведующего отделом дифференциальных уравнений ИМВЦ УФИЦ РАН, ведущим научным сотрудником, доктором физико-математических наук Д.И. Борисовым и утверждённом врио директора ИМВЦ УФИЦ РАН, доктором физико-математических наук И.Х. Мусиным, указала, что диссертация О.В. Сарафанова «Асимптотические и численные методы исследования квантовых волноводов и приложения к резонансному туннелированию» является самостоятельным законченным фундаментальным исследованием и соответствует специальности 01.01.03 – математическая физика. Поставленные задачи полностью решены, доказательства теорем проведены на высоком математическом уровне. Все основные результаты диссертации являются новыми. Результаты могут быть использованы специалистами по теории операторов и дифференциальных уравнений, теории усреднений, математической физике. Диссертация отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.03 – математическая физика.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликованы 10 статей в ведущих рецензируемых российских и международных журналах и одна научная монография:

1. L. M. Baskin, P. Neittaanmäki, B. A. Plamenevskii, O. V. Sarafanov. Asymptotic theory of resonant tunneling in 3D quantum waveguides of variable cross-section. // SIAM Journal of Applied Mathematics, 2009. – V. 70, – no 5, – P. 1542-1566.
2. Б. А. Пламеневский, О. В. Сарафанов. О методе вычисления матриц рассеяния для волноводов. // Алгебра и анализ, 2011. – Т. 23, – №1. – С.

200-231.

3. П. Нейттаанмяки, Б. А. Пламеневский, О. В. Сарафанов. Излучение и рассеяние в областях с периодическими волноводами при медленной стабилизации характеристик среды. // Проблемы математического анализа, 2012. – Т. 64. – С. 93-117.
4. Л. М. Баскин, М. Кабардов, П. Нейттаанмяки, Б. А. Пламеневский, О. В. Сарафанов. Асимптотика и численное исследование резонансного туннелирования в двумерных квантовых волноводах переменного сечения. // Журнал вычислительной математики и математической физики, 2013. – Т. 53, – № 11. – С. 1835-1855.
5. Л. М. Баскин, Б. А. Пламеневский, О. В. Сарафанов. Асимптотическая теория резонансного туннелирования в трехмерных волноводах переменного сечения в присутствии магнитного поля. // Проблемы математического анализа, 2013. – Т. 74. – С. 27-44.
6. L. Baskin, M. Kabardov, P. Neittaanmäki, O. Sarafanov. Asymptotic and numerical study of electron flow spin-polarization in 2D waveguides of variable cross-section in the presence of magnetic field. // Mathematical Methods in the Applied Sciences, 2013. – V. 37, – no. 7. – P. 1072-1092.
7. Б. А. Пламеневский, О. В. Сарафанов. О методе вычисления волноводных матриц рассеяния в присутствии точечного спектра. // Функциональный анализ и его приложения, 2014. – Т. 48, – №1. – С. 61-72.
8. Б. А. Пламеневский, А. С. Порецкий, О. В. Сарафанов. Метод вычисления волноводной матрицы рассеяния в окрестности порогов. // Алгебра и анализ, 2014. – Т. 26, – №1. – С. 128-164.
9. М. М. Кабардов, Б. А. Пламеневский, О. В. Сарафанов, Н. М. Шаркова. Сравнение асимптотического и численного подходов к исследованию резонансного туннелирования в симметричном двумерном квантовом волноводе переменного сечения. // Записки научных семинаров ПОМИ, 2017. – Т. 461. – С. 124-139.
10. О. В. Сарафанов. Асимптотика резонансного туннелирования электронов высокой энергии в двумерных квантовых волноводах переменного сечения. // Записки научных семинаров ПОМИ, 2017. – Т. 461. – С. 260-278.
11. L. Baskin, P. Neittaanmäki, B. Plamenevskii, O. Sarafanov. Resonant Tunneling: Quantum Waveguides of Variable Cross-Sections, Asymptotics, Numerics, and Applications. Lecture Notes on Numerical Methods in Engineering and Sciences, Springer, 2015.

В работах соискателя получены следующие результаты:

1. В квантовом волноводе с конечным числом цилиндрических выходов на бесконечность установлен принцип излучения и определена матрица рассеяния на любом интервале непрерывного спектра, включая пороги. Показано, что матрица рассеяния как функция спектрального параметра имеет оба конечных односторонних предела на любом пороге и является на нем непрерывной справа.
2. Обоснован метод вычисления матрицы рассеяния как на интервале непрерывного спектра, отделенном от порогов, так и в окрестности порога. Предложенный метод нечувствителен к присутствию собственных чисел, погруженных в непрерывный спектр (так называемых ловушечных мод). Схема обоснования метода обобщена на волноводы, описываемые произвольной самосопряженной эллиптической системой.
3. В квантовом волноводе, занимающем на плоскости бесконечную полосу с двумя одинаковыми сужениями малого диаметра, получена асимптотика волновой функции, описывающей рассеяние электронов, приходящих в волновод через один из цилиндрических выходов. Из асимптотики волновой функции выведены асимптотические формулы для основных характеристик резонансного туннелирования.
4. В двумерном квантовом волноводе с двумя сужениями изучено, как меняются асимптотические формулы при повышении энергии электронов, при возникновении дополнительных каналов рассеяния и вырожденных собственных чисел резонатора.
5. Построена асимптотическая теория резонансного туннелирования в трехмерных квантовых волноводах с неодинаковыми сужениями. Описано расщепление резонансных пиков при наличии в квантовом волноводе магнитного поля.
6. Проведено сравнение асимптотического и численного описаний резонансного туннелирования для энергий между первым и вторым порогами. Найден интервал диаметров сужений, в котором работают оба

подхода. Изучено, как влияет на согласованность двух подходов увеличение интервала энергий до третьего порога.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем фактом, что доктор физико-математических наук А.С. Ильинский, доктор физико-математических наук А.Я. Казаков и доктор физико-математических наук Н.Г. Кузнецов являются крупными специалистами в областях, близких к тематике диссертации, а ведущая организация имеет в своем составе хорошо известных специалистов по теме данной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны новые асимптотические и численные методы исследования стационарных задач рассеяния в квантовых волноводах. Предложен и обоснован оригинальный метод вычисления матрицы рассеяния для широкого класса волноводов, этот метод используется для численного исследования эффекта резонансного туннелирования. Разработан новый подход к асимптотическому исследованию резонансного туннелирования в квантовых волноводах переменного сечения, который затем сравнивается с упомянутым численным подходом. Выясняется, что оба подхода дополняют друг друга и дают полную картину эффекта резонансного туннелирования.

Диссертация имеет чисто теоретический характер. Теоретическая значимость работы обоснована тем, что развитые в диссертации методы и полученные результаты могут быть полезны для дальнейшего исследования резонансного туннелирования в квантовых волноводах, а также для исследования аналогичных резонансных явлений в волноводах другой природы, например, в упругих и электромагнитных волноводах. Практическая значимость результатов диссертации состоит в их применимости для анализа работы электронных приборов, основанных на явлении резонансного туннелирования. Результаты диссертации могут быть

полезны в исследованиях, проводимых в МИ РАН, ПОМИ РАН, ИММ УрО РАН, ИМ СО РАН, ВЦ РАН, на математических факультетах Московского, Воронежского, Самарского, Саратовского, Санкт-Петербургского университетов и др.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке и доказательстве основных результатов, изложенных в диссертации, подготовке публикаций по выполненной работе. Большинство результатов диссертации получены группой авторов. Вклад соискателя во все основные результаты диссертации является определяющим.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что все полученные результаты являются новыми достоверными научными фактами, математически строго доказанными в диссертации.

На заседании 08 октября 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Сарафанову Олегу Васильевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16 против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета
академик РАН




Ибрагимов И.А.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор физ.-матем. наук


Зайцев А. Ю.

08 октября 2018 г.