

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации **Ионцева Михаила Анатольевича** на тему «Фазовые переходы в ансамбле джозефсоновских контактов, взаимодействующих с электромагнитным полем в резонансной полости», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 20 февраля 2020 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 09.12.2019, протокол №14.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической физики и квантовых технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»).

Научный руководитель – Мухин Сергей Иванович, профессор, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой теоретической физики и квантовых технологий НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 14 от 09.12.2019) в составе:

1. Ховайло Владимир Васильевич – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС» – председатель комиссии;

2. Григорьев Павел Дмитриевич – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник сектора электронных и оптических свойств твердых тел федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау;

3. Рязанов Валерий Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией сверхпроводимости федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела Российской академии наук;

4. Кленов Николай Викторович – доктор технических наук, доцент физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»;

5. Панкратов Андрей Леонидович – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела терагерцовой спектроскопии Института физики микроструктур РАН – филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН).

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- установлено, что частоты когерентного фотонного поля и биений между двумя когерентными фотонными полями различной поляризации зависят от параметров системы: силы взаимодействия, количества кубитов, частот резонатора и кубитов;

- предсказано, что низкотемпературная фаза фотонного поля проявляется в виде резонансных дублетов на частотной зависимости коэффициента прохождения электромагнитных волн, распространяющихся в передающей линии слабо связанной с фотонным полем. Физической причиной таких резонансных дублетов являются квантовые колебания между двумя когерентными состояниями фотонов разных поляризаций. Высокотемпературная фаза (некогерентное состояние) фотонного поля показывает одиночное резонансное подавление коэффициента поглощения.;

- выведено эффективное нелинейное уравнение распространения электромагнитной волны, резонансно взаимодействующей с цепочкой периодически расположенных кубитов. В линейном режиме для одиночного кубита обнаружено сильное подавление коэффициента прохождения электромагнитной волны. В случае сильного взаимодействия с решеткой кубитов найдена область параметров, где наблюдается резонансное прохождение электромагнитной волны и резкое увеличение коэффициента прохождения;

- предсказано, что в сильно нелинейном режиме больших амплитуд электромагнитного поля взаимодействие кубитов с электромагнитным полем сильно подавляется, и коэффициент прохождения электромагнитной волны восстанавливается как в случае одного кубита, так и цепочки кубитов;

- рассчитано, что резонансное взаимодействие кубитов с электромагнитной волной приводит к появлению солитонных решений: в случае с аномальной дисперсией в системе наблюдаются солитоны, сохраняющие неизменной свою форму в пространстве в процессе распространения, а также оптические солитоны как с постоянной формой, так и периодически изменяющие ее;

- установлено, что в случае с нормальной дисперсией также наблюдаются как обычные постоянные гауссо-образные солитоны, так и оптические: темные (при которых прозрачность системы становится равной нулю) и серые (частично «запирающие» прохождение).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Впервые были исследованы осцилляции между когерентными состояниями фотонного поля с разной поляризацией, и обнаружен эффект резонансного дублета в частотной зависимости коэффициента прохождения электромагнитной волны в присутствии такого когерентного состояния.

2. Впервые был исследован и получен в аналитическом виде коэффициент прохождения электромагнитных волн через ансамбль кубитов для линейных и нелинейных режимов взаимодействия в неравновесном состоянии, резонансное подавление и восстановление значений коэффициента прохождения, и вычислена его зависимость от основных характеристик системы: частоты и мощности электромагнитных волн, частоты кубитов.

3. Впервые были предсказаны темные и серые виды оптических солитонов в системах квантовых джозефсоновских кубитов, резонансно взаимодействующих с электромагнитной волной.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- данная работа позволяет разрабатывать новые квантовые метаматериалы с перестраиваемыми показателями преломления.

- данная работа позволяет количественно описывать сложные квантовые сверхпроводящие цепи, в которых реализовано сверхсильное взаимодействие ансамбля

кубитов с электромагнитным полем. Такие сверхпроводящие квантовые цепи уже являются в настоящее время центральным элементом квантовых информационных приборов.

- большие изменения коэффициента прохождения, найденные в системе кубитов, сильно взаимодействующих с электромагнитным полем, могут быть использованы для разработки новых сверхточных квантовых измерительных систем.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Основные результаты диссертационной работы докладывались на следующих конференциях: Международной конференции-конкурсе молодых физиков 05.03.2018г., 5-й Международной Конференции по Квантовым Технологиям (ICQT-2019) 17.07.2019г., семинарах, проводимых на кафедре теоретической физики и квантовых технологий. Диссертация выполнена при поддержке грантов К2-2016-019 и К2-2017-085. Основные материалы диссертационной работы изложены в статьях, опубликованных в журналах международной реферативной базы данных Web of Science и Scopus. Полученные методические и расчетные результаты характеризуются внутренним согласием, непротиворечивостью современным представлениям физики и соответствием результатам предыдущих работ, а также опубликованным ранее экспериментальным данным.

Личный вклад соискателя состоит в:

активном участии в постановке задач, разработке моделей, проведении аналитических расчётов, обработке результатов, написании статей.

Соискатель представил 2 работы по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, и индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science/Scopus.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения степени кандидата наук в НИТУ «МИСиС» соискателем учёной степени не нарушен.

Диссертация Ионцева Михаила Анатольевича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней изучены равновесные и неравновесные свойства фотонного поля, взаимодействующего с двухуровневыми системами, впервые определён метод обнаружения низкотемпературной сверхизлучательной фазы фотонного поля, впервые аналитически рассчитаны дисперсионные соотношения для электромагнитной волны в резонаторе с двухуровневыми системами и определён коэффициент прохождения.

Экспертная комиссия отметила недостатки в изложении результатов и оформлении диссертационной работы, вместе с тем Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Ионцеву Михаилу Анатольевичу ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



В.В. Ховайло

20.02.2020