ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на научный доклад

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_аспиранта Дмитриева Алексея Юрьевича\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Ф.И.О.)

Направление подготовки *\_\_\_\_\_\_03.06.01 Физика и астрономия\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Направленность (профиль) подготовки\_\_\_*01.04.07 Физика конденсированного состояния*\_\_\_\_\_\_\_

Специальность, по которой подготовлен научный доклад\_\_*01.04.07 Физика конденсированного состояния\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Тема научно-квалификационной работы (диссертации)

Исследование нелинейных и квантово-оптических эффектов при рассеянии света на сверхпроводниковом кубите в одномерном\_пространстве\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заключение об актуальности исследования

*В рамках исследования изучались квантовые эффекты рассеяния света на сверхпроводниковом кубите. Исследования в области микроволновой квантовой оптики ведутся во многих лабораториях мира: ученые получают новые интересные результаты, недостижимые в оптике видимого диапазона, и публикуют их в ведущих физических и междисциплинарных журналах. Тематика, безусловно, является актуальной, что достаточно полно отражено автором в тексте научного доклада.*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заключение о научной новизне исследования

*Исследование представляет из себя оригинальную работу по изучению ранее не исследованных физических эффектов в рассеянии света на квантовой системе, поэтому уровень новизны результатов достаточно высок.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*\_

Достоверность результатов исследования

*Выявленные в рамках работы физические закономерности хорошо интерпретируются при помощи используемых в квантовой оптике теоретических концепций: так, например, эффект квантового смешивания волн описывается при использовании операторного формализма, эффект трёхволнового смешивания хорошо моделируется квантовым основным уравнением. Это позволяет сделать вывод о достоверности полученных результатов.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

*Нелинейные квантово-оптические эффекты, с одной стороны, носят фундаментальный характер. Эффект трехволнового смешения на циклической системе не имеет аналогов в квантовой оптике и поэтому фундаментальное значение эксперимента, демонстрирующего и количественно описывающего этот эффект, весьма велико. С другой стороны, нелинейные эффекты находят широкое применение в телекоммуникации и являются перспективными для применения в квантовых вычислительных системах, квантовой криптографии. В работе по квантовому смешиванию продемонстрирован потенциал использования кубита в качестве сенсора квантовых состояний распространяющегося света. Это дает основания считать результаты весьма значимыми как с теоретической, так и с практической точек зрения.* \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Основные результаты и положительные стороны исследования

*1. При облучении кубита, сильно связанного с одномерным пространством, двумя непрерывными сигналами на близких частотах ω- и ω+, находящимися почти в резонансе с кубитом, в спектре когерентно рассеянного излучения возникают «боковые» компоненты из-за смешивания волн на кубите.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*2. Появление боковых компонент и их спектральную интенсивность можно объяснить процессами нелинейного смешивания первоначальных сигналов при рассеянии на кубите, играющем роль нелинейного элемента. Также этот эффект можно интерпретировать в терминах многофотонного рассеяния, количество фотонов в котором зависит от степени нелинейности.\_\_\_\_ \_\_\_*

*3. При облучении кубита двумя короткими импульсами на близких частотах ω- и ω+, временная динамика системы вкупе с эффектом нелинейного смешивания приводят к появлению Бесселевских Раби-осцилляции в боковых частотных компонентах в зависимости от амплитуды накачки.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*4. При введении задержки импульсов с частотой ω- относительно импульсов с частотой ω+ характер спектра кардинально меняется: вместо большого числа боковых компонент возникает лишь одна из них. Это обусловлено фотонной статистикой состояний света: из-за переизлучения света двухуровневой системой в одной из мод не может быть более 1 фотона, и нелинейные процессы высшего порядка оказываются запрещенными. Похожая картина с большим количеством пиков возникает при рассеянии света на трехуровневой системе, так как состояние с 2-мя фотонами «допускает» большее количество многофотонных процессов.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*5. При рассеянии двух резонансных микроволновых сигналов на трёхуровневой ∆-системе возникает трехволновое смешивание. Интенсивность третьей компоненты, появляющейся за счет смешивания, описывается решением Блоховских уравнений для данной системы.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*В целом, хочется положительно отметить систематический характер исследования, а также высокое качество полученных результатов.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Недостатки исследования

*Несмотря на хороший объём материала и высокий уровень, работа может быть улучшена и дополнена. В части основного материала работы, отсутствует точное выражение для интенсивности пиков в режиме квантового смешивания, имеются небольшие расхождения между теорией и экспериментом по трехволновому смешиванию. Отчасти эти недоработки можно объяснить большим объемом затрагиваемого в диссертации материала и трудоемкостью экспериментальной части. Приведенные недостатки нисколько не умаляют положительных качеств работы.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Характеристика работы аспиранта над темой (оценка исследовательских качеств, объем проанализированного материала, навыки работать с литературой, навык публичных выступлений)

*Аспирант Дмитриев А.Ю. продемонстрировал высокую исследовательскую квалификацию, хорошее знание физики, умение анализировать и решать сложные проблемы как чисто научного, так и прикладного характера. Хочется отметить тщательно проводимую работу с научной литературой, а также хорошие навыки работы с измерительным и технологическим оборудованием.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Оценка компетентности аспиранта как будущего исследователя, преподавателя-исследователя

\_*Аспирант Дмитриев А.Ю. продемонстрировал свою компетентность в качестве исследователя, а также преподавательские навыки. Под руководством Алексея были защищены 1 бакалаврская и 1 магистерская работы, в рамках которых студенты выполнили качественные экспериментальные работы и защитились на «отлично». Считаю, что исследовательская работа аспиранта заслуживает отличной оценки.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*\_\_\_\_\_\_\_\_

Заключение о соответствии работы требованиям к научному докладу, установленным Положением о научном докладе об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) аспирантов в МФТИ \_\_\_*Доклад соответствует требованиям Положения.\_\_*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Научный руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_Астафьев О.В.\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (ФИО)

Ученая степень, ученое звание, должность \_\_\_к. ф-м. н., зав. лабораторией\_\_

«\_28\_» \_\_\_мая\_\_\_\_ 2018 г.