

ОТЗЫВ

научного руководителя САЙКО А.П. по диссертации МАРКЕВИЧА С.А.
«Диссипативная когерентная динамика многофотонных переходов в
твердотельных кубитах при моно- и бихроматическом возбуждении»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук

1. Кандидатская диссертация Маркевича С.А., основные результаты и выводы которой получены лично соискателем, является законченным научным квалификационным исследованием на актуальную тему, связанную с теоретическим описанием динамики многофотонных переходов в твердотельных кубитах при их возбуждении моно- и бихроматическими электромагнитными полями в применении к задачам резонансной флуоресценции, импульсной магниторезонансной и рамановской спектроскопии. Название диссертации «Диссипативная когерентная динамика многофотонных переходов в твердотельных кубитах при моно- и бихроматическом возбуждении» полностью соответствует ее содержанию, а ее содержание соответствует физико-математическим наукам и специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

2. Полученные результаты достоверны, обоснованность их выводов и рекомендаций подтверждается использованием проверенных теоретических методов, а также хорошим согласием с экспериментальными данными, опубликованными другими авторами в открытой печати.

3. Научные результаты, выносимые на защиту, являются принципиально новыми. К наиболее важным из них относятся следующие:

- теоретическое объяснение условий перехода между режимами сужения и уширения линий триплета Моллова для квантовых точек в полупроводниках;

- установление закономерностей поведения сигналов поглощения кубита в бихроматическом поле (сильном микроволновом (МВ) и более слабом радиочастотном (РЧ)) в зависимости от частоты и фазы радиочастотного поля;

- аналитическое и численное доказательство возможности подавления дополнительной дефазировки кубита из-за неоднородности МВ поля в образце, возбуждаемом бихроматическим полем, путем реализации резонанса Раби;

- описание эффекта антигруппировки испускаемых МВ и РЧ фотонов при резонансной флуоресценции кубита, возбуждаемого бихроматическим полем;

- получение общих аналитических выражений для синфазного и квадратурного сигналов ЭПР для режимов слабой модуляции вблизи резонанса Раби и сильной быстрой модуляции постоянного магнитного поля с учетом частотных сдвигов Блоха – Зигерта, обусловленных кумулятивным

эффектом нерезонансных взаимодействий между возбуждающими полями и спиновой системой;

- установление особенностей когерентной динамики рамановских переходов, возбуждаемых амплитудно-модулированным МВ полем в кубите вне приближения вращающейся волны и предсказание уникальной возможности прямого наблюдения частотного сдвига Блоха – Зигерта в виде осцилляций, а также в виде расщепления спектральных линий.

4. Результаты диссертации прошли апробацию на международных конференциях и опубликованы в ведущих научных изданиях.

5. Ряд теоретических результатов всех 4-х оригинальных глав диссертации получили подтверждение на экспериментах, выполненных другими исследователями; это:

- условия перехода между режимами сужения и уширения линий триплета Моллова для квантовых точек;

- зависимости от фазы РЧ поля Фурье-образа осцилляций Раби при возбуждении кубита бихроматическим полем;

- возможность устранения декогеренции, вызванной неоднородностью МВ поля в образце, путем реализации резонанса Раби;

- справедливость аналитических выражений для синфазного и квадратурного сигналов ЭПР отдельно для режимов слабой и сильной быстрой модуляции постоянного магнитного поля;

- установление роли частотного сдвига Блоха - Зигерта при описании когерентной динамики рамановских переходов, возбуждаемых амплитудно-модулированным МВ полем в кубите вне приближения вращающейся волны.

6. Результаты диссертационного исследования, касающиеся поведения фурье-спектров осцилляций Раби в части их зависимости от фазы РЧ поля и установленного воздействия резонанса Раби на декогеренцию этих осцилляций, были непосредственно использованы японскими исследователями при тестировании и отладки созданного ими портативного устройства для наблюдения импульсного магнитного резонанса на NV-центрах в алмазе.

Полученные аналитические выражения для синфазного и квадратурного сигналов ЭПР в режиме сильной быстрой модуляции постоянного магнитного поля были использованы группой хорватских экспериментаторов для прецизионного измерения амплитуды микроволнового магнитного поля в резонаторе ЭПР спектрометра с поликристаллическим фталоцианином лития.

С другой стороны, предсказанная возможность инверсии линии двухфотонного поглощения в квадратурном сигнале в режиме слабой модуляции при прохождении через резонанс Раби была не только подтверждена этими же экспериментаторами, но и позволила им в результате предложить калибровочный стандарт для экспресс-определения амплитуды микроволнового поля в ЭПР спектроскопии на основе P1 центров в алмазе.

Корреляционная функция второго порядка для резонансной флуоресценции кубита, возбуждаемого МВ и РЧ полями обладает свойствами, подтверждающими эффект антигруппировки испускаемых фотонов, т.е. возможность одновременного испускания одиночных фотонов этих полей, что может быть использовано для целей квантовой информатики и квантовой сенсорики.

Предсказанная уникальная возможность прямого наблюдения частотного сдвига Блоха – Зигерта в виде осцилляций, а также в виде расщепления спектральных линий, открывает новые пути использования когерентной рамановской динамики для исследования управляемых квантовых систем в режиме сверхсильного взаимодействия с электромагнитным излучением.

Аналитические расчеты и методы, разработанные при исследованиях по диссертационной работе, использовались при выполнении договоров с Объединенным институтом ядерных исследований в Дубне и проектов БРФФИ, что подтверждается справкой о практическом использовании результатов исследования.

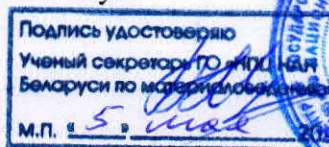
Полученные результаты могут использоваться при чтении лекций в учреждениях высшего образования по дисциплине «Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом», а также при проведении исследований в научных учреждениях, таких как ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ, ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси» и др.

7. Автореферат правильно отражает содержание диссертации, ее защищаемые положения и основные результаты.

8. Диссертационная работа Маркевича Сергея Александровича является завершенным исследованием, соответствующим требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, содержит новые научно обоснованные результаты, совокупность которых имеет большое значение для физики конденсированного состояния и вносит существенный вклад в развитие научного направления, связанного с - разработки методов генерации, преобразования и измерения оптических полей в неклассических состояниях и их использования в квантовых информационных технологиях.

9. Ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния предлагается присудить Маркевичу Сергею Александровичу за совокупность новых научно обоснованных и практически важных результатов, перечисленных в пункте 3, 5 и 6 настоящего отзыва.

Заведующий лабораторией теории
твёрдого тела, доктор физико-
математических наук



Сайко А.П.