

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Маркевича Сергея Александровича «Диссипативная когерентная динамика многофотонных переходов в твердотельных кубитах при моно- и бихроматическом возбуждении», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния»

1. Соответствие темы диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Тема диссертационной работы «Диссипативная когерентная динамика многофотонных переходов в твердотельных кубитах при моно- и бихроматическом возбуждении» соответствует специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния» и области физико-математических наук по объекту, предмету и методам исследования, а также по полученным результатам и выносимым на защиту положениям.

2. Актуальность темы диссертации

Хотя диссертация рассматривает активно исследуемую более полувека тему взаимодействия двухуровневой системы с набором классических полей при наличии затухания и дефазировки, авторы сумели отыскать ряд существенных новых аспектов, актуальных для современных практических приложений, в частности, для изучения и наглядной демонстрации эффектов магнитного резонанса в центрах окраски в алмазе.

Тема диссертации актуальна.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

Сопоставление результатов диссертационной работы с результатами, изложенными в работах в данной области исследований за последние пятьдесят лет, подтверждает достаточную новизну полученных результатов и положений, выносимых на защиту.

Новыми в работе являются, в частности, демонстрация возможности подавления дефазированного эффекта неоднородности микроволнового поля в образце в бихроматическом МВ и РЧ поле; описание многофотонных переходов, возбуждаемых МВ и РЧ полями между дважды «одетыми» состояниями спиновых кубитов в стационарной ЭПР спектроскопии, предсказание проявления вторичного (на кратных частотах РЧ поля) резонанса Раби в спектральном отклике спиновой системы; исследование когерентной динамики рамановских переходов, возбуждаемых сверхсильным амплитудно-модулированным МВ полем в двухуровневой системе вне приближения вращающейся волны.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Полученные в работе результаты кажутся достоверными в рамках используемых приближений, поскольку могут быть сопоставлены с многочисленными источниками, рассматривающими взаимодействие двухуровневой системы с классическими полями, и демонстрирует, в основном, хорошее совпадение с ранее полученными результатами.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации, рекомендации по их использованию

Результаты диссертации имеют достаточно высокую значимость как с фундаментально-методической, так и с практической точки зрения. Они могут быть использованы как в учебных целях, так и для ряда задач, предусматривающих описание взаимодействия квантовых излучателей с внешним полем - в частности, при разработке высокоточных сенсоров температуры либо магнитного поля на основе центров окраски в алмазе.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Результаты исследований, входящих в диссертационную работу Маркевича Сергея Александровича, опубликованы в 18 статьях в научных журналах в соответствии с п. 18 Положения о присуждении

ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, а также в 10 статьях в сборниках научных трудов и материалах конференций. Таким образом, опубликованность результатов диссертационной работы удовлетворяет требованиям ВАК Республики Беларусь.

Основными публикациями являются:

1. Saiko A.P., Fedaruk R., Kolasa A., Markevich S.A. Dissipative dynamics of qubits driven by a bichromatic field in the dispersive regime // *Physica Scripta*. – 2012. – Vol. 85, № 4. – P. 045301 (6 pp.).
2. Saiko A.P., Fedaruk R., Markevich S.A. Relaxation, decoherence, and steady-state population inversion in qubits doubly dressed by microwave and radiofrequency fields // *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*. – 2014. – Vol. 47, № 15. – P. 155502 (10 pp.).
3. Saiko A.P., Markevich S.A., Fedaruk R. Dissipative two-level systems under ultrastrong off-resonant driving // *Physical Review A*. – 2016. – Vol. 93, № 6. – P. 063834 (6 pp.).
4. Saiko A.P., Markevich S.A., Fedaruk R. Multiphoton Raman transitions and Rabi oscillations in driven spin systems // *Physical Review A*. – 2018. – Vol. 98, № 4. – P. 043814 (8 pp.).
5. Saiko A.P., Markevich S.A., Fedaruk R. Possibility of direct observation of the Bloch-Siegert shift in coherent dynamics of multiphoton Raman transitions // *JETP Letters*. – 2019. – Vol. 110, № 7. – P. 441–446; *Письма в ЖЭТФ*. – 2019. – Т. 110, № 7. – P. 435–436.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям, установленным ВАК.

Диссертационная работа состоит из оглавления, перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, четырёх глав, заключения, приложения и библиографического списка. Он включает в себя список использованных источников (174 наименования) и список публикаций соискателя (28 наименований).

Автореферат отражает содержание работы, ее структуру, выносимые на защиту положения и выводы. Диссертация написана ясным научным языком, хорошо оформлена.

8. Недостатки диссертации

Общий уровень работы может быть определён как удовлетворительный. Её несомненное и значительное достоинство в том, что она содержит большое количество результатов, в том числе обладающих достаточным для квалификационной работы уровнем новизны. Однако, работе присущ и ряд весьма значительных недостатков.

Прежде всего, несмотря на обильность цитирования, оно отнюдь не является в полной мере представительным. Более чем полувекровая история изучения взаимодействия двухуровневой системы с классическими полями представлена весьма поверхностно, опущены основополагающие работы - как приоритетные, так и те, которые оценивают значимость используемых в работе приближений. Потому при рецензировании диссертации потребовалась значительная работа по проверке новизны выносимых на защиту положений. Надо отметить, что в данном случае пространность и подробность этих положений сыграли позитивную роль. Также надо сказать, что даже характер перевода англоязычных названий наглядно демонстрирует слабое знакомство соискателя с русскоязычной литературой по данному вопросу (триплет Моллов вместо Моллоу, «ванна» в качестве перевода *heat bath* и т.п.).

Также существенным недостатком диссертации, по-видимому, в значительной мере вытекающим из упомянутого выше, является отсутствие анализа некоторых важных используемых приближений. Автор активно обсуждает приближение «вращающейся волны» и выход за его рамки, усреднение по быстрым осцилляциям. Но вместе с тем возможное влияние возбуждающих полей на процессы затухания и дефазировки освещены весьма скупо. Марковское приближение применяется как данность. Автор пишет, что «Хорошо известная сигнатура фоновой связи обнаруживается в вызванной возбуждением дефазировке, происходящей со скоростью, пропорциональной квадрату эффективной частоты Раби.» Однако, такая дефазировка возникает вследствие немарковости фоновго резервуара. Немарковость может оказывать весьма существенное влияние на динамику. Далее, известно, что сильная классическая накачка может нарушать условия применимости марковского приближения для затухания.

К числу менее существенных недостатков, опять же, по-видимому, связанных с недостаточным знакомством с литературой, следует отнести неточность формулировок. Например, «одевание» кубита

классическим полем, строго говоря, не порождает новых кубитов, поскольку не увеличивает пространство состояний системы; измерение временных корреляционных функций поля источника не «служит основой выявления его квантовых свойств», и т.п..

Как обычно в работах большого объёма, имеются и неизбежные опечатки, такие, как, например, разные временные переменные в уравнении (2.21).

Вместе с тем, необходимо отметить, что указанные недостатки не ставят под сомнение общую положительную оценку работы, её выводы и выносимые на защиту положения.

9. Заключение

Диссертация Маркевича Сергея Александровича является завершённой самостоятельно выполненной квалификационной работой, отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в соответствии с п. 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь». Считаю, что заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния» - за следующие научно обоснованные результаты:

- Демонстрация возможности подавления дефазированного эффекта неоднородности микроволнового поля в образце в бихроматическом МВ и РЧ поле;
- Описание многофотонных переходов, возбуждаемых МВ и РЧ полями между дважды «одетыми» состояниями спиновых кубитов в стационарной ЭПР спектроскопии;
- Предсказание проявления вторичного (на кратных частотах РЧ поля) резонанса Раби в спектральном отклике спиновой системы;
- Исследование когерентной динамики рамановских переходов, возбуждаемых сверхсильным амплитудно-модулированным МВ полем в двухуровневой системе вне приближения вращающейся волны,

что в совокупности является существенным вкладом в развитие теории взаимодействия отдельных квантовых излучателей в диссипативном и

дефазирующем окружении с классическими электромагнитными полями, и, как следствие, в физику конденсированного состояния.

Официальный оппонент:

Член-корреспондент НАН Беларуси

доктор физико-математических наук,

зам. зав. Центра квантовой оптики и информатики

Государственного научного учреждения «Института физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси»

Могилевцев Д. С.

