

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Олега Владимировича Соколова

«Теоретическое исследование импульсных резонансных явлений

методом мультипликативного интегрирования»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

01.04.02 — теоретическая физика.

Резонансные импульсные методы, такие как ядерное квадрупольное, спиновое и световое эхо, успешно применяются в физике конденсированного состояния вещества. Эксперименты по стационарным резонансным явлениям позволяют получать сведения о константах квадрупольного взаимодействия, параметрах асимметрии, величинах химического сдвига и так далее. Импульсные резонансные методы в отличие от них дают возможность исследования неравновесных состояний спин-систем (релаксационные процессы), внутренних электрических и магнитных локальных полей в кристаллах (в том числе антиферромагнетиках), позволяют наблюдать сигналы в неупорядоченных кристаллах, что существенно расширяет возможности резонансных методов. Также эти методы применяются для создания устройств обработки информации в различных диапазонах электромагнитных волн.

Диссертация О.В. Соколова посвящена исследованию импульсных резонансных явлений при помощи метода мультипликативного интегрирования.

Также она содержит раздел, в котором исследуется структура функционально-нильпотентных матриц, что является необходимым для упрощения процедуры интегрирования по частям при вычислении мультипликативных интегралов.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, трех приложений и списка литературы.

В первой главе диссертационной работы сделан литературный обзор по основным положениям теории мультипликативного интегрирования и истории развития импульсных резонансных методов.

Во второй главе диссертации найдены все структуры функционально-нильпотентных матриц третьего порядка. Разработан метод нахождения всех структур функционально-нильпотентных матриц четвертого порядка. Найдены некоторые из них. Показано прямыми методами, что для функционально-нильпотентной матрицы n -го порядка ее ранг не может превосходить целой части от $(n/2)$.

В третьей главе работы рассматриваются различные условия образования сигналов спинowego и светового эха.

В первой части главы на основе решения уравнения Блоха с учетом релаксационных процессов при помощи метода мультипликативного интегрирования получено выражение для трехимпульсного эхо-сигнала, что позволило исследовать влияние времен релаксации как на величину, так и на форму эхо-сигнала.

Во второй части главы с помощью полученных в первой части результатов изучено влияние помехи на форму эхо-сигнала. Получена зависимость выходного отношения сигнал-шум от входного отношения сигнал-шум.

В третьей части главы рассмотрен случай получения эхо-сигнала, когда исходные сигналы частично перекрываются. Исследована зависимость формы эхо-сигнала от величины перекрытия исходных сигналов.

В четвертой части главы рассмотрено образование спинowego эха в ферромагнитных поликристаллах на основе уравнения Шредингера с помощью метода мультипликативного интегрирования. Найдена зависимость амплитуды эхо-сигнала от площади радиочастотного импульса при двухимпульсном возбуждении спинowego эха в ферромагнитном поликристалле. Отмечено соответствие полученных результатов результатам, получаемым при помощи модели Блоха без учета релаксации.

В пятой части главы изучены возможности анализа спектров сигналов в спинowych эхо-процессорах в реальном масштабе времени. Обнаружено, что получение спектров сигналов в реальном масштабе времени по трехимпульсной методике без применения дополнительных устройств возможно в двух случаях. При известном исследуемом импульсе спектр управляющего импульса должен зависеть определенным образом от характеристик исследуемого импульса. При заданном управляющем импульсе в виде сигнала с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) исследуемый импульс должен принадлежать соответствующему счетному

набору сигналов. Конкретный вид этого счетного набора определяется характеристиками управляющего сигнала с ЛЧМ.

В четвёртой главе были изучено образование ядерного квадрупольного эха при одночастотном возбуждении и при двухчастотном возбуждении. Рассмотрен случай, когда спин ядер равен $5/2$. Решая уравнение Шредингера для системы ядерных спинов с помощью метода мультипликативного интегрирования, автор получил аналитические выражения для эхо-сигнала как при одночастотном возбуждении, так и при двухчастотном возбуждении. Обнаружено, что при двухчастотном возбуждении возможно усиление эхо-сигнала по сравнению с одночастотным.

В заключении представлены основные выводы по результатам работы.

Работа иллюстрирует хорошую перспективу применения метода мультипликативного интегрирования для более детального анализа импульсных резонансных явлений. Диссертант продемонстрировал владение методом теоретического описания изменения с течением времени вектора намагниченности вещества в конденсированном состоянии с помощью уравнений Блоха, методом квантово-механического описания системы ядерных спинов в магнитном поле с помощью уравнения Шрёдингера, методом матрицы плотности и методом мультипликативного интегрирования.

Анализ всей совокупности результатов диссертанта показывает, что научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, убедительно обоснованы и являются достоверными. Исследования отличаются новизной и оригинальностью подхода.

Тем не менее, нужно отметить следующие недостатки:

1. Диссертанту следовало более обстоятельно описать другие методы решения основных физических уравнений, использованных в работе, а также сравнить их по трудоёмкости с представленным методом.
2. Следовало бы более четко обосновать возможность применения модели Блоха в рассмотренных случаях.
3. Результаты работы носят теоретический характер, следовало бы расширить их связь с результатами экспериментов.
4. Некоторые предложения слишком длинны, перегружены деепричастными оборотами, что не способствует ясности изложения и простоте понимания смысла написанного.

Несмотря на эти недостатки, следует признать, что автор выполнил полезное и интересное исследование. Диссертант показал высокую эффективность применения метода мультипликативного интегрирования при

исследовании импульсных резонансных явлений. Исследования, на которых основана диссертация, достаточно полно опубликованы. Автореферат адекватен содержанию диссертации. Материалы диссертации докладывались на конференциях международного уровня.

Содержание диссертации соответствует специальности, по которой она представлена (01.04.02 – теоретическая физика). Работа удовлетворяет всем требованиям «Положения ВАК», предъявляемым к кандидатским диссертациям в отношении актуальности, новизны, достоверности и научной ценности. Соответственно, автор диссертации — Олег Владимирович Соколов — заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Официальный оппонент,
д.физ.-мат.н., профессор физического
факультета МГУ им.М.В.Ломоносова

В.В.Суриков

29.10.2014 г.

Подпись В.В.Сурикова заверяю
декан физического факультета МГУ
профессор



Н.Н. Сысоев

Суриков Виктор Васильевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»

Физический факультет, отделение физики твердого тела

Кафедра общей физики и физики конденсированного состояния

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2,

Тел. 8(495)939-20-03 e-mail: viksurikov@yandex.ru