



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Профессора Попова, д.5, Санкт-Петербург, 197376
Телефон: (812) 346-44-87 Факс: (812) 346-27-58 E-mail: eltech@eltech.ru
[http:// www.eltech.ru](http://www.eltech.ru)
ОКПО 02068539 ОГРН 1027806875381 ОКВЭД 80.3, 73.1 ОКАТО 40288564000
ИНН/КПП 7813045402/781301001

28.10.2014 № 100208/НЧЗ

На № 3717 от 26.09.14

УТВЕРЖДАЮ

Проректор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
по научной работе

М.Ю.Шестопалов

10. 2014 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») на диссертационную работу Соколова Олега Владимировича «Теоретическое исследование импульсных резонансных явлений методом мультипликативного интегрирования», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика»

1. Актуальность темы выполненной работы и ее связь с соответствующими областями науки и народного хозяйства

Явления поляризационного эха, включающие в себя магнитно-резонансное спиновое эхо, акустическое эхо, фотонное и циклотронное эхо интересны не только с точки зрения фундаментальной физики, но и играют значительную роль в развитии квантовой электроники и оптики, современной радиотехники, акустики и медицины.

Применение импульсных методов спинового эха в радиоспектроскопии позволяет получать сведения о константах квадрупольного взаимодействия, параметрах асимметрии и величинах химического сдвига, дает возможность исследовать неравновесные состояния спин-систем, изучать релаксационные процессы, дефекты кристаллической решетки, внутренние электрические и магнитные локальные поля в твердых телах. Исследования эхо-процессов привели к созданию эхо-процессоров, радиотехнических устройств обработки информации.

Решение задач физики импульсных резонансных эхо-процессов неразрывно связано с вопросами совершенствования техники эксперимента, с вопросами детектирования и расшифровки сигналов эха.

В связи с этим актуальность диссертационной работы О.В. Соколова, посвященной исследованию импульсных резонансных явлений при помощи метода мультипликативного интегрирования, не вызывает сомнения.

2. Новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационной работы:

- 1) концепция исследований явлений ядерного спинного и ядерного квадрупольного спинного эха методом мультипликативного интегрирования;
- 2) математические модели сигналов спинного эха при различных формах сигналов импульсного возбуждения;
- 3) алгоритмы нахождения всех структур функционально-нильпотентных матриц третьего и четвертого порядков и некоторых структур функционально-нильпотентных матриц, порядок которых выше четвертого;
- 4) алгоритм расчета формы стимулированного эхо-сигнала с учетом релаксационных процессов;
- 5) способ анализа спектров сигналов в спиновых эхо-процессорах в реальном масштабе времени с помощью мультипликативного интегрирования;
- 6) программа расчета эхо-сигналов при ядерном квадрупольном резонансе;
- 7) программа расчета зависимости отношения сигнал/шум на выходе эхо-процессора в зависимости от отношения сигнал/шум на входе эхо-процессора.

3. Значимость полученных автором результатов диссертационной работы

Значимость диссертационной работы для науки заключается в том, что в диссертации достаточно полно рассмотрены возможности метода мультипликативного интегрирования для анализа эхо-сигналов различной природы. Предложенные автором математические модели сигналов спинного эха при различных формах сигналов импульсного возбуждения, алгоритм расчета формы стимулированного спинного эхо-сигнала с учетом релаксационных процессов целесообразно использовать для развития теории магнитно-резонансных явлений. Разработанные автором алгоритмы нахождения всех структур функционально-нильпотентных матриц третьего и четвертого порядков и некоторых структур функционально-нильпотентных матриц, порядок которых выше четвертого, могут успешно применяться не только для дальнейшего исследования импульсных магнитно-резонансных явлений, но и в других областях физики, связанных с решением систем линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Практическая значимость результатов работы состоит в том, что использование метода мультипликативного интегрирования в ряде случаев существенно упрощает анализ эхо-сигналов, что позволяет использовать этот метод и полученные автором результаты для совершенствования работы эхо-процессоров, разработки новых устройств обработки информации в современных радиотехнических системах, для улучшения работы различных фурье-спектрометров, медицинских магнитно-резонансных томографов.

4. Недостатки диссертационной работы

При изучении диссертационной работы выявлены следующие основные недостатки:

- 1) Автором утверждается (с. 4 автореферата), что «С помощью метода мультипликативного интегрирования удалось получить новые оригинальные результаты по теории импульсных резонансных явлений. Некоторые из этих результатов могут быть применены в фурье-спектроскопии для улучшения конструкции фурье-спектрометров». Однако теория самих явлений в работе не затрагивается, рассматривается лишь применение метода мультипликативного интегрирования для анализа и обработки сигналов эха. Непонятно, что подразумевается под термином «конструкция фурье-

спектрометра». Улучшение конструкции фурье-спектрометров с помощью рассматриваемого метода вряд ли возможно, а вот новые алгоритм или программа анализа и обработки сигналов эха возможны.

2) Содержание главы 3 носит довольно эклектичный характер. Видимо поэтому у соискателя возникли трудности при выборе ее названия. В результате предложенное название «Исследование особенностей спинового и фотонного эха в нескольких важных случаях» оказалось неудачным, поскольку не отражает ее сути. Особенности фотонного эха в главе вообще не обсуждаются, термин «фотонное эхо» фигурирует лишь в названии главы и один раз упомянут во введении к ней.

3) Недостаточно полно отражены преимущества метода мультипликативного интегрирования по сравнению с другими методами анализа и обработки эхо-сигналов.

4) В автореферате и самой диссертации не выделен отдельно пункт «Практическая значимость результатов диссертационной работы».

5) Имеются замечания по оформлению работы:

Уравнения Блоха (1.11) записаны не в системе СИ, а в СГС, т.е. вместо напряженности магнитного поля следует использовать магнитную индукцию.

Стр. 22: необходимые условия существования эха - не только нелинейность, но еще и неоднородность некоторых параметров системы.

Стр. 44: параметр b , описывающий ЛЧМ сигнал, назван девиацией частоты, однако таковой не является.

У многих физических величин отсутствуют единицы измерения (стр. 44- 47).

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию и внедрению на предприятиях и организациях, занимающихся разработкой и выпуском импульсных ЯМР - релаксометров, спектрометров и томографов (ООО «Резонансные системы» (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл), Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН, компания «МТТ-Контрол» (г. Москва)); ЯКР - релаксометров и спектрометров (Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта). Результаты работы могут представлять интерес для специалистов, занимающихся исследованиями магнитно-резонансных импульсных явлений, а также специалистов других областей физики, в которых возникает необходимость решать системы линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Целесообразно продолжить научно-исследовательские работы с применением метода мультипликативного интегрирования в Новгородском ГУ им. Я. Мудрого, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПбГУ и других научных центрах, занимающихся изучением эффектов поляризационного эха.

6. Заключение

Диссертационная работа Соколова О. В. «Теоретическое исследование импульсных резонансных явлений методом мультипликативного интегрирования» имеет несомненную актуальность, содержит совокупность новых научно-обоснованных и достоверных результатов, сопровождается ссылками на достаточно обширную библиографию, носит целостный характер и отражает признаки личного вклада автора. Во всех проведенных исследованиях по заявленной теме диссертации, судя по перечню работ и сделанных докладов, соискатель участвовал лично.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в пяти статьях, из них четыре статьи в журналах, рекомендованных ВАК России, докладывались и обсуждались

на двух всероссийских и трех международных конференциях. Получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Содержание автореферата соответствует основным требованиям. В нём обоснована актуальность темы исследований, представлены цели и задачи работы, изложены основные научные результаты, выносимые на защиту.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод, что диссертационная работа Соколова О. В. является законченной научной квалификационной работой, в которой содержится решение поставленных задач по теоретическому исследованию явлений эха при помощи метода мультипликативного интегрирования.

Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, а её автор, Соколов Олег Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Доклад Соколова О.В. по диссертационной работе заслушан и обсужден на научном семинаре кафедры физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ» с привлечением ведущих специалистов кафедры теоретических основ радиотехники СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (д.т.н., проф. Баруздин С.А.) и кафедры ядерно-физических методов исследований СПбГУ (доцент, к.ф.-м.н. Фролов В.В.). Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (протокол № 7 от «23» 10 2014 г.).

Зам. заведующего каф. физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
по научной работе
к.ф.-м.н., доцент



Богачев Юрий Викторович

«23» октябре 2014 г.