

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Специальный практикум по стационарному электронно-парамагнитному резонансу М2.Б.2

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Мамин Г.В.

Рецензент(ы):

Орлинский С.Б.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 6156914

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Мамин Г.В. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем ,
George.Mamin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Лабораторный практикум предназначен для закрепления у студентов теоретических знаний, полученных при изучении курсов по спектроскопии ЭПР, а также получения ими практических навыков работы со спектрометрами и обработки полученных данных.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Для прохождения данного практикума студента должны прослушать курсы "Техника радиоспектроскопии" и "Основы теории спектров ЭПР". Полученные навыки могут быть использованы студентами в дальнейшем при прохождении научно-исследовательской практики и в научно-исследовательской работе в рамках магистерской программы "Физика магнитных явлений".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способностью использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач, соблюдать основные требования информационной безопасности, защиты государственной тайны. Выполняя работы спец. практикума студенты учатся управлять информацией в пакете МАТЛАБ.
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своим профилем подготовки) основной задачей спецпрактикума является научить студентов применять полученные знания фундаментальных разделов физики и радиофизики для решения практических задач.
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта. Работы специального практикума выполняются на самом современном оборудовании, для решения поставленных задач студентам необходимо использовать поиск современных научных статей.

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовностью к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами - для подготовки к выполнению работы студенты должны выполнить поиск научной литературы о объектах исследования, являющихся перспективными материалами в областях квантовой радиофизики, таких как лазерная физика и квантовые компьютеры.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные методы измерений стационарных спектров ЭПР и ДЭЯР

2. должен уметь:

Записывать и расшифровывать спектры ЭПР, расшифровывать тонкую, сверхтонкую и суперсверхтонкую структуру спектров ЭПР.

3. должен владеть:

Навыками работы на спектрометре ЭПР и методами измерения спектров ЭПР х. Навыками вычисления и измерения основных спектроскопических параметров.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Выполнять измерения на современных спектрометрах ЭПР, применяя полученные знания для получения достоверных спектроскопических характеристик.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Исследование стационарных спектров ЭПР карбонизированных образцов	1	4-9	0	0	14	отчет тестирование
2.	Тема 2. Исследование тонкой и суперсверхтонкой структуры спектров ЭПР ионов трехвалентного железа в кристаллах LiCaAlF ₆ и LiSrAlF ₆	1	1-4	0	0	14	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	28	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Исследование стационарных спектров ЭПР карбонизированных образцов лабораторная работа (14 часа(ов)):

В настоящей лабораторной работе предлагается провести детальное изучение методов стационарной и импульсной ЭПР-спектроскопии на основе стандартного карбонизированного образца. Запись стационарных спектров ЭПР. Изучение влияния параметров записи на вид получаемого спектра.

Тема 2. Исследование тонкой и суперсверхтонкой структуры спектров ЭПР ионов трехвалентного железа в кристаллах LiCaAlF₆ и LiSrAlF₆

лабораторная работа (14 часа(ов)):

В настоящей лабораторной работе предлагается провести детальное ЭПР - исследование и анализ параметров СГ ионов Fe³⁺ в монокристаллах LiCaAlF₆ (LiCAF) и LiSrAlF₆ (LiSAF). В настоящей лабораторной работе предлагается провести детальное ЭПР - исследование и анализ параметров СГ ионов Fe³⁺ в монокристаллах LiCaAlF₆ (LiCAF) и LiSrAlF₆ (LiSAF). Анализ параметров СГ и исследование их связи со структурными особенностями координационных октаэдрических комплексов [CaF₆] ([SrF₆]) и [AlF₆], содержащих ионы Fe³⁺, позволяет надежно определить позиции примесных парамагнитных ионов в структуре кристаллов. Этапы лаб. работы: 1. Построение кристаллической структуры в программе BS 2. Вывод уравнений уровней энергии для H||z с помощью основополагающих законов квантовой механики. 3. Расчет уровней энергии с помощью программы EasySpin в пакете Matlab 4. Расчет CCTC с помощью программы EasySpin в пакете Matlab. Сопоставление расчета с построенной кристаллической структурой. 5. Практика установки кристалла по отношению к магнитному полю и измерение спектров ЭПР. 6. Расчет основных спектроскопических характеристик кристалла используя результаты измерения.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Исследование стационарных спектров ЭПР карбонизированных образцов	1	4-9	подготовка к тестированию	6	тестирование
				Студенты составляют отчет содержащий принципы работы СВЧ трактов ЭПР спектрометров, основные диапазоны	16	отчет
2.	Тема 2. Исследование тонкой и суперсверхтонкой структуры спектров ЭПР ионов трехвалентного железа в кристаллах LiCaAlF_6 и LiSrAlF_6	1	1-4	Студенты составляют отчет в электронном виде по следующим пунктам заданий: 1. Построение кристаллич	22	отчет
Итого					44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лабораторные работы, самостоятельная работа студентов, консультации. Работа студентов с современными научными программными пакетами. Вывод результатов работы в интерактивном виде.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Исследование стационарных спектров ЭПР карбонизированных образцов

отчет , примерные вопросы:

Студенты составляют отчет содержащий основные конструкции СВЧ блоков спектрометров.

тестирование , примерные вопросы:

Студенты проходят тестирование, направленное на контроль усвоения ими основных методик стационарной ЭПР-спектроскопии.

Тема 2. Исследование тонкой и суперсверхтонкой структуры спектров ЭПР ионов трехвалентного железа в кристаллах LiCaAlF_6 и LiSrAlF_6

отчет , примерные вопросы:

Студенты составляют отчет в электронном виде по следующим пунктам заданий: 1. Построение кристаллической структуры в программе BS 2. Вывод уравнений уровней энергии для $\text{H}||z$ с помощью основополагающих законов квантовой механики. 3. Расчет уровней энергии с помощью программы EasySpin в пакете Matlab 4. Расчет CCTC с помощью программы EasySpin в пакете Matlab. Сопоставление расчета с построенной кристаллической структурой. 5. Расчет основных спектроскопических характеристик кристалла используя результаты измерения.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

- 1 Можно ли работать с СВЧ трактом спектрометра ЭПР не включив водяное охлаждение?
- 2 Чему соответствует оптимальное согласование ЭПР резонатора с СВЧ трактом в окне режима "tune"?
- 3 За что отвечает элемент "Bias"?
- 4 Ширина линии ЭПР 0.1 гаусс, требуется померить форму линии, какое значение модуляции магнитного поля нужно выбрать?
- 5 Ширина линии ЭПР 0.1 гаусс, требуется померить только интенсивность линии, какое значение модуляции магнитного поля нужно выбрать?
- 6 Ширина линии ЭПР 1000 гаусс, какое значение модуляции магнитного поля нужно выбрать?
- 7 Известно, что время продольной релаксации исследуемого парамагнитного центра имеет значение более 1 мс (медленная релаксация). При каком значении СВЧ мощности можно наблюдать сигнал ЭПР?
- 8 Значение развертки магнитного поля равно 100 гаусс, спектр ЭПР состоит из линий шириной 1 гаусс, время записи спектра равно 3 минутам. Какое значение постоянной времени необходимо выбрать?
- 9 Значение развертки магнитного поля равно 800 гаусс, спектр ЭПР состоит из линий шириной 1 гаусс, время записи спектра равно 5 минутам. Какое количество точек необходимо установить для корректной записи спектра?

7.1. Основная литература:

1. М.М.Зарипов Основы теории спектров электронного парамагнитного резонанса в кристаллах: курс лекций. / М.М.Зарипов // - Казань: Казан.гос.ун-т, 2009. ? 212 с. : ил. ; 21 см. ? Библиогр.: с. 205-206 (24 назв.) .? ISBN 978-5-98180-707-7, 225
2. Ткаченко Ф. А. Электронные приборы и устройства: Учебник / Ф.А. Ткаченко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 682 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004658-7 <http://znanium.com/bookread.php?book=209952>
3. Першин В. Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 614 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006703-2, 600 экз. <http://www.znanium.com/bookread.php?book=405030>

7.2. Дополнительная литература:

1. Методическое пособие "Настройка спектрометра X-диапазона фирмы Брукер серии Elexsys и измерение спектров ЭПР в стационарном режиме" / Ю.С. Кутьин, Г.В. Мамин, С.Б. Орлинский, Н.И. Силкин // 2014. электронный образовательный ресурс http://gmamin.kpfu.ru/MRpract/X_band_CW.pdf
2. Методическое пособие "Использование программного модуля EasySpin в анализе спектров магнитного резонанса" / Г.В. Мамин, С.Б. Орлинский, Н.И. Силкин, И.Н. Субачева, Р.В. Юсупов // 2014. электронный образовательный ресурс <http://gmamin.kpfu.ru/MRpract/easyspin.pdf>
3. Электронный парамагнитный резонанс ионов переходных групп, Том. II / А. Абрагам, Б. Блини, Том. II, Мир, Москва, 1973, 349с
4. Альтшулер С. А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс, М.: Наука, 1972.

7.3. Интернет-ресурсы:

Методические пособия - <http://www.gmamin.kpfu.ru>

Поисковая система Scopus - <http://www.scopus.com/home.url>

Программа Balls & Sticks - <http://www.toycrate.org/bs/index.html>

Программа Easyspin - <http://www.easyspin.org/>

Программа Матлаб - www.mathworks.com/

Сайт издателя Elsevier - <http://elsevierscience.ru/>

Сайт фирмы Брукер - www.bruker-biospin.de

Центр коллективного пользования КПФУ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=11446

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Специальный практикум по стационарному электронно-парамагнитному резонансу" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Спектрометр ЭПР ESP -300 фирмы Брукер, спектрометр ЭПР E-680 фирмы Брукер.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Физика магнитных явлений

Автор(ы):

Мамин Г.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Орлинский С.Б. _____

"__" _____ 201__ г.