

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д. А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Радиоспектроскопия конденсированных сред

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Мамин Г.В. (Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), George.Mamin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-5	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

теоретические основы явления магнитного резонанса, включая его классическую и квантовую интерпретацию, эффекты, обуславливающие форму линии магнитного резонанса, механизмы релаксации

Должен уметь:

понимать, излагать и критически анализировать общефизическую информацию, необходимую для постановки и решения задач; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и закономерностями в области спектроскопии магнитного резонанса; осознавать достоинства и недостатки конкретных реализаций спектрометров магнитного резонанса;

Должен владеть:

навыками построения установок и постановки экспериментов в области магнитного резонанса и двойных резонансов, направленных на решение конкретных научных и технологических задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания и навыки в области магнитного резонанса при решении фундаментальных и практических задач в областях физики, химии и биологии.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Физика конденсированного состояния)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1, 2 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 126 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 1 семестре; экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в магнитный резонанс. Классическая теория.	1	3	0	0	9
2.	Тема 2. Введение в магнитный резонанс. Квантовая теория.	1	3	0	0	9
3.	Тема 3. Стационарные методы в магнитном резонансе	1	3	0	0	9
4.	Тема 4. Импульсные методы в магнитном резонансе	1	3	0	0	9
5.	Тема 5. Введение в теорию кристаллического поля	1	3	0	0	9
6.	Тема 6. Применение спинового гамильтониана для вывода уровней энергий иона Mn^{2+}	1	3	0	0	9
7.	Тема 7. Электронная и ядерная спин-решеточная релаксации	2	3	3	0	12
8.	Тема 8. Взаимодействие ядер и электронов в атоме.	2	3	3	0	12
9.	Тема 9. Магнитно резонансные методы в веществах в различных агрегатных состояниях.	2	3	3	0	12
10.	Тема 10. Магнитно резонансные методы в медицине. ЯМР томография.	2	3	3	0	12
11.	Тема 11. Наблюдение ЭПР при проведение радиационного облучения веществ. Классификация центров окраски.	2	3	3	0	12
12.	Тема 12. Определение количества парамагнитных центров. Типы стандартов.	2	3	3	0	12
	Итого		36	18	0	126

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в магнитный резонанс. Классическая теория.

Определение магнитного резонанса. Определение спектра. Линии спектра, положение линий в спектре, ширина и интенсивность линии. Определение электронного парамагнитного резонанса. Определение ядерного магнитного резонанса. Связь магнитной восприимчивости и магнитно-резонансных методов. Уравнение прецессии. Вращающаяся система координат. Резонанс во ВСК.

Тема 2. Введение в магнитный резонанс. Квантовая теория.

Квантово-механическое описание магнитного резонанса. Зеемановское расщепление уровней энергии. История открытия ЭПР и ЯМР. Особенности метода ЭПР и ЯМР. Величины электронных и ядерных магнитных моментов. Ширины линий и интенсивности линий ЭПР и ЯМР. Природа парамагнитных центров в веществе. Магнитный момент ядер в качестве объекта магнитно-резонансных методов.

Тема 3. Стационарные методы в магнитном резонансе

Стационарные методы в магнитном резонансе. Колебательный контур. Собственная частота и полоса пропускания контура. Добротность колебательного контура. Колебательный контур с распределенными параметрами - СВЧ резонатор. Положение образца в колебательном контуре и резонаторе. Согласование колебательных контуров. Применение колебательных контуров и резонаторов с высокой добротностью в спектроскопии. Простейший стационарный спектрометр. Недостатки усилительного такта постоянной частоты. Модуляция как средство компенсации дрейфа нуля. Модуляция магнитного поля в спектрометрах. Фаза сигнала. Синхронный детектор. Первая производная линии поглощения. Спектрометр с двойной модуляцией. Мостовой детектор. Метод скрещенных катушек блоха. Автодинный детектор. Супергетеродинный спектрометр.

Тема 4. Импульсные методы в магнитном резонансе

Импульсные методы в магнитном резонансе. Прецессия. Продольная и перпендикулярная намагниченности. Влияние радиочастотного импульса. Спин-решеточная релаксация. Спин-спиновая релаксация. Неоднородные магнитные поля. Уравнения Блоха. Измерение релаксации. Спектрометр с импульсным насыщением. Спад свободной индукции (ССИ). Преобразование Фурье для ССИ. Некогерентный импульсный спектрометр. Формирователь импульсов. Диодный переключатель. Диодный переключатель СВЧ. Схема развязки генератора и предусилителя спектрометра. Когерентный спектрометр. Спектрометр с преобразованием Фурье. Спиновое эхо. Последовательность Хана. Измерение спин-спиновой релаксации. Измерение спин-решеточной релаксации.

Тема 5. Введение в теорию кристаллического поля

Строение атома. Термы. Правило Хунда. Мультиплеты. Формула Ланде. Электрическое кристаллическое поле. Сферические функции и сферические операторы. Классификация Ватанабе для парамагнитных центров. Эквивалентные операторы Стивенса. Спиновый гамильтониан. Тонкая структура спектров ЭПР. Вывод зависимости уровней энергий Mn^{2+} от внешнего магнитного поля. Матрица энергий.

Тема 6. Применение спинового гамильтониана для вывода уровней энергий иона Mn^{2+}

Вывод зависимости уровней энергий Mn^{2+} от внешнего магнитного поля. Матрица энергий. Решения для случая сильных и слабых полей. Сверхтонкая структура спектров ЭПР. Суперсверхтонкая (лигандная) структура спектров ЭПР. Необходимость изменения температуры для наблюдения спектров ЭПР.

Тема 7. Электронная и ядерная спин-решеточная релаксации

Спин-решеточная релаксация. Восстановление продольной намагниченности. Электромагнитное излучение (теория Эйнштейна). Механизм Валлера. Прямой процесс релаксации. Рамановский (двухфонный) процесс релаксации. Температурные зависимости времен спин-решеточной релаксации в областях низких и высоких температур для раммановского процесса. Релаксация через модуляцию электрического кристаллического поля. Прямой и раммановский процесс релаксации через модуляцию электрического кристаллического поля. Температурные зависимости времен спин-решеточной релаксации для крамерсовых некрамерсовых ионов и мультиплетов. Ядерная спин-решеточная релаксация. Релаксация через парамагнитные примеси. Спиновая диффузия. Ядерная квадрупольная спин-решеточная релаксация.

Тема 8. Взаимодействие ядер и электронов в атоме.

Взаимодействие ядер и электронов в атоме. Химический сдвиг. ЯМР высокого разрешения. Косвенное ядерное спин-спиновое взаимодействие. Сдвиг Найта. Ядерный квадрупольный резонанс. Уровни энергий при квадрупольном расщеплении, случаи слабого и сильного магнитных полей. Спектр порошка. ЯМР в антиферромагнетиках.

Тема 9. Магнитно резонансные методы в веществах в различных агрегатных состояниях.

Магнитно резонансные методы в веществах в различных агрегатных состояниях. ЭПР в газах. ЯМР в газах. ЭПР и ЯМР в жидкостях. Усреднение спектров движением молекул. Использование усреднения спектров движением в ЯМР высокого разрешения. Измерение скорости потока жидкости. Диффузия в жидкости. Магнитно-резонансные методы в кристаллах. Угловые зависимости. Зависимость спектров ЭПР от локальной симметрии. Изменение спектров ЭПР при фазовых переходах. Фазовые переходы первого и второго рода и их влияние на спектры ЭПР. Эффект Яна-Теллера.

Тема 10. Магнитно резонансные методы в медицине. ЯМР томография.

Магнитно резонансные методы в медицине. ЭПР в медицине. ЯМР в медицине. Типы используемых ядер. Релаксация биологических объектов. Томография. Соленоид. Шиммирующие катушки. Градиентные катушки. РЧ катушки. Принципы выделения нужных областей в томографии. Формирование слоя в томографии. Использование слоев для сокращения времени измерений. Спиновое эхо. Частотное детектирование. Фазовое детектирование. Преобразование Фурье в построении двухмерной картины. Использование слоев для построения трехмерной картины. Исследование распределения времен релаксации в томографии. Контрастные вещества. Исследование потока жидкости. Исследование диффузии жидкости.

Тема 11. Наблюдение ЭПР при проведении радиационного облучения веществ. Классификация центров окраски.

Проведение радиационного облучения веществ при наблюдении ЭПР. Ультрафиолетовое облучение. Рентгеновское излучение. Мягкий и жесткий рентген. Гамма излучение. Образование центров с локальной компенсацией заряда. Образование центров с нелокальной компенсацией заряда. Центры окраски в кристаллах. Классификация центров окраски. F, U, V ?центры окраски. VF, Vt, и H центры окраски.

Тема 12. Определение количества парамагнитных центров. Типы стандартов.

Определение количества парамагнитных центров. Вычисление количества парамагнитных центров по известным характеристикам спектрометра. Вычисление количества парамагнитных центров методом сравнения с откалиброванным образцом. Типы веществ применяемых в качестве калиброванных образцов. Определение дозы облучения. Измерение возраста песка в нефтяной промышленности.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Методические пособия - <http://gmamin.kpfu.ru/MRpract/pract.php>

Система поиска научных статей Scopus - <https://www.scopus.com/home.uri>

Система поиска научных статей WebOfScience -

https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=S2Jdhlm

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Лекции в электронном формате - <http://www.gmamin.kpfu.ru>

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

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

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

Электронный журнал Physical Review B - <http://prb.aps.org/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Часть 1. Освоения ПО 'Matlab' и пакета 'EasySpin' и построения спектров ЭПР, ДЭЯР и релаксационных характеристик по заданным преподавателям параметрам.

Ознакомится с ПО 'Matlab' можно прочитав , к примеру, следующую литературу.

1. Поршневу, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по специальностям Математика, Информатика, Физика] / С. В. Поршневу. ? Издание 2-е, исправленное. ? Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2011. ? 736 с. : ил. ; 26 см. + 1 электр. опт. диск. (CD-ROM) .? (Учебники для вузов, Специальная литература) .? Библиогр. в конце гл. ? ISBN 978-5-8114-1063-7 ((в пер.)) , 1000.

2. Голубева, Лариса Леонидовна. Компьютерная математика. Числовой пакет MatLab : курс лекций / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. ? Минск : БГУ, 2007. ? 164 с. : ил. ; 20. ? Библиогр.: с. 161 (5 назв.) .? ISBN 978-985-485-565-3, 250.

3. Рагулина, Марина Ивановна. Информационные технологии в математике : учебное пособие для студ. вузов / М. И. Рагулина ; ред. М. П. Лапчик. ? Москва : Академия, 2008. ? 304 с. ? (Высшее профессиональное образование) .? ISBN 978-5-7695-2710-4 : р.269.50.

Принципы использования пакета 'EasySpin' отражены в следующем методическом пособии:

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>

В качестве отчета студенты предоставляют результаты вычислений в графическом виде. Формат файла *.fig, *.jpg, *.bmp. График должен соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2001.

Для этого в файле 'MatLab' должны быть правильно заполнены следующие строки (пример рисунок 1):

```
set(gca,'FontSize',10) %размер шрифта осей в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.
```

```
xlabel('Magnetic field (G)','FontSize',16) %название и размер шрифта подписи оси абсцисс в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.
```

```
ylabel('','FontSize',16) %название и размер шрифта подписи оси ординат в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.
```

Рисунок 1 - Пример оформления результата самостоятельной работы в среде Matlab.

Часть 2.

Поиск современных научных статей по заданной теме.

Для поиска современной научной литературы рекомендуется использовать специализированные научные поисковые системы, такие как Scopus (<http://www.scopus.com>).

Подробно поиск в системе Scopus рассмотрен в методическом пособии:

ОВ Дудникова Методика поиска в базе данных Scopus. Учебно-методическое пособие. / ОВ Дудникова // ЭОР Южного федерального университета library.sfedu.ru/DPO/Учебно-методическое%20пособие_Scopus2.pdf

По найденной и прочитанной литературе студенты составляют небольшой доклад. Время доклада 5 мин., количество информативных слайдов ограничено шестью.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Физика конденсированного состояния".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Радиоспектроскопия конденсированных сред

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. 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/catalog.php?bookinfo=209952>
2. Методическое пособие 'Стационарный режим спектрометра ЭПР. Настройка спектрометра и измерение спектров ЭПР на примере спектрометра X-диапазона фирмы Брукер серии Elexsys' / Ю.С. Кутьин, Г.В. Мамин, С.Б. Орлинский, А.В. Дуглав // 2017. Учебно-методическое пособие <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/116463>
3. 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>
4. Федотов, М.А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости. [Электронный ресурс] : моногр. М. : Физматлит, 2010. 384 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2151> ? Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Зарипов М.М. Основы теории спектров электронного парамагнитного резонанса в кристаллах Изд. Казанский государственный университет, 2009, 208 с. <http://vufind.kpfu.ru/opac/Record/RU05CLSL05CBooks05C254303087>
2. Терещенко, С.А. Методы вычислительной томографии [Электронный ресурс] : монография ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2004. ? 320 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59381>. ? Загл. с экрана.
3. Сизиков, В.С. Прямые и обратные задачи восстановления изображений, спектроскопии и томографии с MatLab: Учебное пособие + CD [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 412 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99358>. ? Загл. с экрана.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Радиоспектроскопия конденсированных сред

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010
Браузер Mozilla Firefox
Браузер Google Chrome
Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC
Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.