

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ДВ.2.1 Основы радиоспектроскопии»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Физика конденсированного состояния

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2016

2

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Цель преподавания дисциплины «Основы радиоспектроскопии» – формирование у студентов современных знаний о современных радиофизических методах исследования вещества в твердой и жидкой фазе.

Задачи:

- формирование представлений о физических основах магнитно-резонансных методов исследования вещества;
- знание основных методов радиоспектроскопических исследований: ядерный магнитный резонанс (ЯМР), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР);
- знание основных параметров спектров ЯМР и ЭПР и их связь со свойствами изучаемых объектов.
- умение анализировать спектры ЯМР и ЭПР;
- умение применять радиоспектроскопические методы (ЯМР и ЭПР) для решения научных и технических задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.12 Молекулярная физика, Б.1.Б.16 Физика ядра и элементарных частиц, Б.1.Б.20 Электродинамика и электродинамика сплошных сред, Б.1.Б.21 Статистическая физика и кинетика, Б.1.Б.23 Физика твердого тела, Б.1.Б.24 Химия, Б.1.Б.25 Основы радиоэлектроники, Б.1.В.ОД.4 Органические материалы*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<u>Знать:</u> Основные экспериментальные данные о свойствах спинов и магнитных моментов электронов и ядер; <u>Уметь:</u> иметь навыки экспериментальной работы с приборами и оборудованием, предназначенным для исследования физических явлений в атомно-молекулярных системах; <u>Владеть:</u> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов;	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
<u>Знать:</u> основы учения о явлениях природы электромагнитного происхождения <u>Уметь:</u> использовать в профессиональной деятельности основные элементы, положения и выводы учения об радиоспектроскопии на уровне курса общей физики. <u>Владеть:</u> методами и приемами практическими использования полученных знаний в области радиоспектроскопии а в практической деятельности.	ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	35,25	35,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	144,75	144,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Физические свойства спинов и магнитных моментов электронов и ядер.	22	2			18
2	Кинетическая теория магнитного резонанса.	17	2			14
3	Основные характеристики электронной и ядерной намагниченности.	19	2			16
4	Уравнение Блоха.	22	2	4		18
5	Импульсные методы магнитного резонанса.	14	1	2		12
6	Экспериментальные методы радиоспектроскопии.	12	1	2		10
7	Принципы радиоспектроскопии.	20	2	2		16
8	Химическая радиоспектроскопия.	22	2	2		18
9	Квантовая теория магнитного резонанса.	14	2	2		10
10	Теория магнитной релаксации.	18	2	2		14
	Итого:	180	18	16		146
	Всего:	180	18	16		146

4.2 Содержание разделов дисциплины

№1 Физические свойства спинов и магнитных моментов электронов и ядер. *Спин и его свойства. Магнитные моменты ядер. Взаимодействие с магнитным полем. Зеемановская энергия.*

№2 Кинетическая теория магнитного резонанса. *Система зеемановских уравнений. Индуцированные резонансные переходы. Релаксация.*

№3 Основные характеристики электронной и ядерной намагниченности. *Намагниченность. Магнитная восприимчивость парамагнетиков. Движение вектора намагниченности в постоянном магнитном поле. Прецессия. Вращающаяся система координат (ВСК).*

№4 Уравнение Блоха. *Вывод уравнений Блоха. Переход к ВСК. Частные решения. Стационарные решения. Восприимчивость. Анализ кривых поглощения и дисперсии. Эффекты насыщения.*

№5 Импульсные методы магнитного резонанса. *Поведение намагниченности в импульсных полях. Спиновое эхо. Импульсные последовательности. Измерения времен релаксации. Фурье-спектроскопия. Двумерная спектроскопия ЯМР.*

№6 Экспериментальные методы радиоспектроскопии. *Принципы регистрации магнитного резонанса. Стационарные и импульсные методы. Основные элементы спектрометров ЯМР. Основные элементы спектрометров ЭПР. Современные спектрометры и их производители.*

№7 Принципы радиоспектроскопии. *Параметры спектров ЯМР высокого разрешения. Спектроскопия ЯМР широких линий в твердых телах. Спектроскопия ЭПР. Основные параметры спектров ЭПР. Физические основы магнитно-резонансной томографии.*

№8 Химическая радиоспектроскопия. *Химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия. Константы сверхтонкого взаимодействия и g-факторы.*

№9 Квантовая теория магнитного резонанса. *Матрица плотности, населенности и когерентности. Редуцированная матрица плотности. Кинетическая теория матрицы плотности.*

№10 Теория магнитной релаксации. *Механизмы спиновых взаимодействий. Релаксационные механизмы. Квантовое описание магнитной релаксации.*

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Уравнения Блоха. Динамика спиновой намагниченности в импульсных радиочастотных полях. Стационарное возбуждение магнитного резонанса.	4
2	2	Экспериментальная регистрация электронного парамагнитного резонанса. Основные элементы спектрометров ЯМР. Основные элементы спектрометров ЭПР.	2
3	3	Спектры ЭПР радикалов в твердых телах. Спиновый гамильтониан анизотропных взаимодействий. Электрон-ядерные взаимодействия.	2
4	4	Особенности спектров ЭПР неорганических радикалов.	2
5	5	Основные особенности спектров ЭПР ионов переходных металлов. g-тензор ионов с $S=1/2$.	2
6	6	Метод спиновых зондов	2
7	7	Регистрация радикалов в биологических объектах.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кугушев, А. М. Основы радиоэлектроники. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. М. Кугушев, Н. С. Голубева, В. Н. Митрохин. - М. : Изд- во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 368 с. - ISBN 5-7038-1728-5.
2. Астапенко, В. А. Взаимодействие излучения с атомами и наночастицами [Текст] : учеб. пособие / В. А. Астапенко. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 496 с. : ил. - (Физтеховский учебник). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-91559-083-9.
3. Блинов, Н. Н. Физические основы рентгенодиагностики [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Блинов, В. А. Костылев, Б. Я. Наркевич. - М. : АМФ-Пресс, 2002. - 74 с. : ил. - (Библиотечка медицинского физика). - Библиогр. в конце гл.

5.2 Дополнительная литература

1. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для вузов / под ред. Г. С. Писаренко.- 4-е изд., перераб. и доп. - Киев : Вища шк., 1979. - 696 с
2. Черняев, А. П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом [Текст] : учеб. пособие / А. П. Черняев. - М. : Физматлит, 2004. - 152 с. : ил. - Библиогр.: с. 149-151. - Предм. указ.: с. 151-152. - ISBN 5-9221-0432-2.

5.3 Периодические издания

1. Биофизика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
2. Журнал технической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
4. Информатика и образование : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
5. Квантовая электроника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
6. Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
7. Теоретическая и математическая физика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
8. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
9. Физика и техника полупроводников : журнал. - СПб. : Наука, 2016.
10. Физика металлов и металловедение : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
11. Физика твердого тела : журнал. - СПб. : Наука, 2016.

5.4 Интернет-ресурсы

- <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электродинамика»;
- <https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Дополнительная общеобразовательная программа по физике»;
- <https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Небесная механика»
- Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - <http://elibrary.rsl.ru/>.
- Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - <http://www.iqlib.ru/>.
- Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде

авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.

- Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru/>.
- Электронные учебники и журналы по физике <http://e.lanbook.com>.
- Книги для студентов и аспирантов - <http://abitur.su/studentov>.
- Электронные учебные пособия - <http://www.intuit.ru/>.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Publisher, Access)
3. Приложение для создания диаграмм Microsoft Visio

Профессиональные базы данных

1. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
2. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.
3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.

Информационные справочные системы

1. Законодательство России [Электронный ресурс] : информационно-правовая система. – Режим доступа : <http://pravo.fso.gov.ru/ips/>, в локальной сети ОГУ.
2. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2016]. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ <\\fileserver1\\CONSULT\\cons.exe>
3. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. - Москва, [1990–2016]. – Режим доступа <\\fileserver1\\GarantClient\\garant.exe> в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.