

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ДВ.1.2 Основы радиоспектроскопии»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Биохимическая физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академической магистратуры

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № 6 от " 05 " 02 2018г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи



Исполнители:

Зав. каф. БФФКС

должность



подпись

расшифровка подписи

Бердинский В.Л.

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.04.02 Физика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи



М.Г. Кучеренко

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

расшифровка подписи



С.Н. Летута

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

расшифровка подписи



Н.Н. Грицай

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи



А.Д. Стрекаловская

№ регистрации

20170

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: *М.1.Б.2 Современные проблемы физики, М.1.Б.3 Специализированный физический практикум, М.1.В.ОД.1 Молекулярная биофизика, М.1.В.ОД.2 Зондовые микроскопические методы исследования в биофизике, М.1.В.ОД.3 Кинетика физико-химических процессов, М.1.В.ОД.5 Биотехнология*

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-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
<u>Знать:</u> основные параметры спектров ЭПР и спектров ЯМР высокого разрешения и их связь со структурными особенностями исследуемых образцов <u>Уметь:</u> анализировать спектры ЯМР высокого разрешения органических соединений <u>Владеть:</u> фундаментальной базой знаний, навыков и умений при решении конкретных задач, связанных с применением методов спектроскопии	ОПК-4 способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
ЯМР и ЭПР	
Знать: методы анализа спектров ЯМР и ЭПР Уметь: анализировать спектры ЭПР; - использовать полученную информацию для анализа строения и свойств исследуемых веществ Владеть: теоретическими навыками анализа спектров ЭПР и ЯМР жидкостей и твердых тел и практическими навыками экспериментального использования спектроскопии ЯМР и ЭПР	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
Знать: Основные методы в радиоспектроскопических исследований: ядерный магнитный резонанс и электронный магнитный резонанс Уметь: навыки экспериментальной работы с приборами и оборудованием, предназначенным для исследования физических явлений в атомно-молекулярных системах. Владеть: навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	ПК-3 способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	34,25	34,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
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.)	145,75	145,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
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	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		резонанса. Основные элементы спектрометров ЯМР. Основные элементы спектрометров ЭПР.	
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. 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.

2. 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.

5.2 Дополнительная литература

1. Физика. Химия [Электронный ресурс] / РОСМЭН-ПРЕСС, 2007.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=139781>

2. Шпаков П. С. , Попов В. Н. Статистическая обработка экспериментальных данных: учебное пособие М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100166/>

3. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для вузов / под ред. Г. С. Писаренко.- 4-е изд., перераб. и доп. - Киев : Вища шк., 1979. - 696 с

4. 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. Теоретическая и математическая физика. Журнал.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Успехи физических наук. Журнал. МАИК. Наука.
4. Оптика и спектроскопия. Журнал. МАИК. Наука.
5. Журнал технической физики. МАИК. Наука.

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 современных информационных технологий

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.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.