

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ОД.4 Магнитная релаксация и методы радиоспектроскопии»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиоп физики и электроники

наименование кафедры

протокол № 0 от "24" 02 2017г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиоп физики и электроники

наименование кафедры



подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Исполнители:

Профессор

должность



подпись

Кучеренко М.Г.

расшифровка подписи

Преподаватель

должность



подпись

Налбандян В.М.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.03 Радиоп физика

код наименование



личная подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации 43000

© Кучеренко М.Г., 2017
© Налбандян В.М., 2017
© ОГУ, 2017

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

студент должен освоить основы магнитной релаксации и радиоспектроскопии, овладеть методами и приемами экспериментального изучения физических свойств атомных и молекулярных систем.

Задачи:

изучение методов регистрации магнитного резонанса, приобретение навыков в применении полученных теоретических знаний к решению физических задач в области атомной и ядерной физике;

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.15 Физика ядра и элементарных частиц, Б.1.Б.18 Методы математической физики, Б.1.Б.26 Радиоэлектроника*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.7 Динамика нелинейных систем в лазерной, химической и биологической физике*

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
Знать: - основные приемы самоорганизации учебной деятельности. Уметь: - самостоятельно работать с учебной и научной литературой; - критически оценивать уровень своей самоподготовки. Владеть: - методикой работы с учебным и научным текстом; - приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
Знать: - методы описания случайных процессов; - теорию автоколебательных систем; - корреляционную теорию случайных функций; - знать общую теорию случайных полей. Уметь: - применять теоретические знания к решению практических задач. Владеть: - терминологией, используемой в статистической радиофизике; - навыками поиска и систематизации информации по изучаемой дисциплине.	ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
Знать: - терминологию, используемую в статистической радиофизике; - основные источники учебной и научной информации по данной дисциплине. Уметь:	ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
- находить информацию в интернет-ресурсах. Владеть: - навыками работы с научными периодическими изданиями.	информационные технологии
Знать: - основные разделы статистической радиофизики; - взаимосвязь статистической радиофизики с другими разделами физики. Уметь: - грамотно излагать учебный материал по изучаемой дисциплине; - аргументированно выражать свою позицию по проблемам профессиональной деятельности. Владеть: - приемами ведения дискуссии; - приемами решения стандартных задач по статистической радиофизике.	ОПК-3 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Знать: - принципы действия и устройства приборов, механизмов, установок, используемых в радиоэлектронике. Уметь: - применять теоретические знания для объяснения работы радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования. Владеть: - навыками работы с радиоэлектронной и оптической аппаратурой и оборудованием, соблюдая технику безопасности.	ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
Знать: - основные методы физических измерений. Уметь: - искать необходимые методы радиофизических измерений. Владеть: - использовать основные методы радиофизических измерений	ПК-2 способностью использовать основные методы радиофизических измерений
Знать: - пакет Microsoft Office; - прикладные программы для математических расчетов. Уметь: - пользоваться прикладными программами для математических вычислений; - использовать мультимедийные средства при подготовке сообщений и докладов. Владеть: - методикой работы с текстовыми и графическими редакторами на компьютере.	ПК-3 владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий
Знать: - систему защиты авторских и патентных прав в России и других странах; - основные нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности, патентного законодательства и авторского права РФ. Уметь: - вести наиболее рациональным способом поиск научно-технической и патентной информации по любому направлению науки и техники; - проводить правовой анализ отобранных научно-технических и патентных документов; - исследовать с выводами и рекомендациями о патентной чистоте и патентной способности объектов интеллектуальной собственности.	ПК-4 владением методами защиты интеллектуальной собственности

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Владеть: - методиками проведения патентных исследований, правового анализа отобранных научно-технических и патентных документов; - навыками составления отчетов о научно-технических и патентных исследованиях.	
Знать: - требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях. Уметь: - представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях; - представлять результаты НИР научному сообществу. Владеть: - методами подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по научной специальности.	ПК-5 способностью внедрять готовые научные разработки

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
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: <i>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>	73,75	73,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Физические свойства спинов и магнитных моментов электронов и ядер	11	2	1		8
2	Кинетическая теория магнитного резонанса	12	2	2		8
3	Основные характеристики электронной и ядерной намагнитченности	12	2	2		8

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Уравнение Блоха	12	2	2		8
5	Принципы радиоспектроскопии	11	2	1		8
6	Экспериментальные методы радиоспектроскопии	12	2	2		8
7	Импульсные методы магнитного резонанса	12	2	2		8
8	Квантовая теория магнитного резонанса	12	2	2		8
9	Теория магнитной релаксации	14	2	2		10
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	108	18	16		74

4.2 Содержание разделов дисциплины

- 1. Введение. 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. 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.
- 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. Импульсные методы магнитного резонанса.** Поведение намагниченности в импульсных полях. Спиновое эхо. Импульсные последовательности. Измерения времен релаксации. Фурье-спектроскопия. Двумерная спектроскопия ЯМР.
- 8. Квантовая теория магнитного резонанса.** Матрица плотности, населенности и когерентности. Редуцированная матрица плотности. Уравнение Неймана. Кинетическое уравнение для редуцированной матрицы.
- 9. Теория магнитной релаксации.** Механизмы спиновых взаимодействий. Релаксационные механизмы.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Магнитные взаимодействия.	1
2	2	Кинетика индуцированных переходов.	2
3	3	Прецессия вектора намагниченности. Вращающаяся система координат (ВСК).	2
4	4	Расчет радиочастотных восприимчивостей. Анализ кривых поглощения и дисперсии.	2
5	5	Динамика вектора намагниченности в ВСК.	1
6	6	Основные элементы спектрометров ЯМР.	2

		Основные элементы спектрометров ЭПР.	
7	7	Расчет спектров ЯМР высокого разрешения.	2
8	8	Матрица плотности. Редуцированная матрица плотности. Кинетическая теория матрицы плотности.	2
9	9	Решение задач по теории магнитной релаксации	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Михайлов, М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц : учебное пособие : в 2-х ч / М.А. Михайлов. - Москва : Прометей, 2011. - Ч. 1. Физика атомного ядра. - 94 с. - ISBN 978-5-4263-0048-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108075>
2. Роберте, Д. Ядерный магнитный резонанс / Д. Роберте ; ред. Л.А. Блюменфельд ; пер. Н.М. Померанцев. - Москва : Изд-во иностр. лит., 1961. - 137 с. - ISBN 978-5-4458-5517-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222467>

5.2 Дополнительная литература

1. Федотов, М. А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии (растворы и жидкости) [Текст] / М.А. Федотов. - М. : Физматлит, 2009. - 384 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9221-1202-4.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики [Текст] : в 5 т.: учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин . - М. : Физматлит, 2002.. - ISBN 5-9221-0229-X. - ISBN 5-89155-077-6 Т. 5 : Атомная и ядерная физика. - , 2002. - 784 с.

5.3 Периодические издания

1. Квантовая электроника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2017.
2. Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017.

5.4 Интернет-ресурсы

- <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Ядерная физика»;
- <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Квантовая физика»;
- <http://kvant.mccme.ru/> - научно-популярный физико-математический журнал «Квант»;

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)
3. 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.
4. <https://www.scopus.com/> - реферативная база данных / компания Elsevier;

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 оснащено 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;