

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Тагиров Д.А.



20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Современные микроскопические модели Б1.В.ОД.3

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая радиофизика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Еремин М.В.

**Рецензент(ы):**

Никитин С.И.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный № 6149717

Казань

2017

## **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) профессор, д.н. (профессор) Еремин М.В. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем , [Mikhail.Eremin@kpfu.ru](mailto:Mikhail.Eremin@kpfu.ru)

## 1. Цели освоения дисциплины

Курс предназначен для углубленного ознакомления с базисными моделями электронного строения веществ, используемых в устройствах квантовой радиофизики. Излагаются современные представления об основных взаимодействиях формирующих энергетическую схему уровней и механизмах вероятностей переходов. Освещаются результаты новейших исследований по поиску новых материалов, среди которых необычные сверхпроводники, мультиферроиды, системы с волнами зарядовых и спиновых плотностей, топологические изоляторы.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел М2.Б4 Цикл профессиональных дисциплин и относится к базовой части. Для освоения этой дисциплины необходимы знания по курсам "Электродинамика", "Квантовая механика", "Статистическая физика" и "Теория кристаллического поля".

## 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 свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью порождать новые идеи (креативность)
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (в соответствии с профилем магистерской программы) и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные модели электронного строения веществ, используемых в устройствах квантовой радиофизики.

2. должен уметь:

Применять теоретические методы описания основных характеристик рабочих веществ, ориентироваться в актуальных направлениях исследований.

3. должен владеть:

Знаниями о методах расчета физических параметров квантовых устройств.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Навыки практических расчетов энергетической схемы уровней и вероятностей переходов новых материалов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Введение. Перспективные материалы для квантовой электроники, вещества с большим магнито-сопротивлением, мультиферроики, высокотемпературные сверхпроводники.	1	1-2	2	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Механизмы электрически дипольных переходов в лазерных кристаллах. Когерентные состояния электромагнитного поля.	1	3-4	4	4	0	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Электронно- колебательное взаимодействие. Системы с кооперативным орбитальным упорядочением.	1	5-6	2	2	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Динамические восприимчивости. Коллективные колебания.	1	7-8	2	2	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Микроскопические модели спин-спиновых взаимодействий. Суперобменное взаимодействие. Анизотропные обменные взаимодействия.	1	9-10	2	4	0	Контрольная работа
6.	Тема 6. Микроскопические модели спаривания в высокотемпературных сверхпроводниках. д- тип спаривания, критические параметры.	1	11-14	2	0	0	Письменное домашнее задание
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	Экзамен
	Итого			14	14	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Перспективные материалы для квантовой электроники, вещества с большим магнито- сопротивлением, мультиферроики, высокотемпературные сверхпроводники.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Перспективные материалы для квантовой электроники, вещества с большим магнито- сопротивлением, мультиферроики, высокотемпературные сверхпроводники, системы с волнами зарядовых и спиновых плотностей, топологические изоляторы

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Правила отбора

**Тема 2. Механизмы электрически дипольных переходов в лазерных кристаллах. Когерентные состояния электромагнитного поля.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Механизмы электрически дипольных переходов в лазерных кристаллах.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Когерентные состояния электромагнитного поля.

**Тема 3. Электронно- колебательное взаимодействие. Системы с кооперативным орбитальным упорядочением.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Электронно- колебательное взаимодействие. Фононный механизм спаривания носителей тока.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Системы с кооперативным орбитальным упорядочением.

**Тема 4. Динамические восприимчивости. Коллективные колебания.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Динамические восприимчивости.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Магноны, парамагноны, плазмоны

**Тема 5. Микроскопические модели спин-спиновых взаимодействий. Суперобменное взаимодействие. Анизотропные обменные взаимодействия.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Микроскопические модели спин-спиновых взаимодействий.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Суперобменное взаимодействие. Анизотропные обменные взаимодействия. Спиральные структуры.

**Тема 6. Микроскопические модели спаривания в высокотемпературных сверхпроводниках. d- тип спаривания, критические параметры.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Микроскопические модели спаривания в высокотемпературных сверхпроводниках. d- тип спаривания, критические параметры. Плотность сверхпроводящего тока.

**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. Введение. Перспективные материалы для квантовой электроники, вещества с большим магнито- сопротивлением, мультиферроики, высокотемпературные сверхпроводники.	1	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Механизмы электрически дипольных переходов в лазерных кристаллах. Когерентные состояния электромагнитного поля.	1	3-4	подготовка домашнего задания	21	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Электронно- колебательное взаимодействие. Системы с кооперативным орбитальным упорядочением.	1	5-6	подготовка домашнего задания	15	домашнее задание
4.	Тема 4. Динамические восприимчивости. Коллективные колебания.	1	7-8	подготовка домашнего задания	15	домашнее задание
5.	Тема 5. Микроскопические модели спин-спиновых взаимодействий. Суперобменное взаимодействие. Анизотропные обменные взаимодействия.	1	9-10	подготовка к контрольной работе	15	контрольная работа
6.	Тема 6. Микроскопические модели спаривания в высокотемпературных сверхпроводниках. д- тип спаривания, критические параметры.	1	11-14	подготовка к коллоквиуму	10	коллоквиум
Итого					80	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины предполагает использование традиционных образовательных технологий ( лекции, практические занятия ) , а также интерактивных форм проведения занятий в виде выполнение ряда практических заданий с использованием современных микроскопических моделей.

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

**Тема 1. Введение. Перспективные материалы для квантовой электроники, вещества с большим магнито- сопротивлением, мультиферроики, высокотемпературные сверхпроводники.**

устный опрос , примерные вопросы:

**Тема 2. Механизмы электрически дипольных переходов в лазерных кристаллах.  
Когерентные состояния электромагнитного поля.**

домашнее задание , примерные вопросы:

современное развитие теории Джадда-Офельта. Собственные функции фазы и амплитуды электромагнитного поля.

### **Тема 3. Электронно- колебательное взаимодействие. Системы с кооперативным орбитальным упорядочением.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Расчет параметров электронно-колебательного взаимодействия в модели независимых связей металл-лиганд.

### **Тема 4. Динамические восприимчивости. Коллективные колебания.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Приближение случайных фаз.

### **Тема 5. Микроскопические модели спин-спиновых взаимодействий. Суперобменное взаимодействие. Анизотропные обменные взаимодействия.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Диагонализация модельных гамильтонианов и определение волновых функций

### **Тема 6. Микроскопические модели спаривания в высокотемпературных сверхпроводниках. d- тип спаривания, критические параметры.**

коллоквиум , примерные вопросы:

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы:

1. Квантовая теория излучения . Вынужденные и спонтанные переходы
2. Когерентные состояния электромагнитного поля
3. Электрические дипольные переходы в кристаллах без центра инверсии.
4. Механизмы обменных взаимодействий.
5. Модели кристаллического поля. Электронно-колебательное взаимодействие
6. Микроскопические модели сверхпроводимости
7. Коллективные колебания в конденсированных средах

Вопросы способствуют развитию компетенций; ПК-1, ПК-2, ОК-3, ОК-10

#### **7.1. Основная литература:**

1. Микроскопические модели в конденсированных средах. М. В. Еремин, Учебное пособие КГУ, 2011, 112с.

[http://kpfu.ru/docs/F1043614157/Eremin\\_Posobie\\_2011.doc](http://kpfu.ru/docs/F1043614157/Eremin_Posobie_2011.doc)

2. Абрикосов А.А. Основы теории металлов М. Физматлит. - 2010. - 600 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/2093/>

3. Борисёнок С.В., Кондратьев А.С. Квантовая статистическая механика. М.: Физматлит, 2011. - 136 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/2672/>

#### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Квантовая теория парамагнетизма. Конспект лекций/. Малкин Б.З./. Из-во КФУ, 2006, 83 с.

Скачать: [http://kpfu.ru/portal/docs/F800871619/quant\\_theory\\_param.pdf](http://kpfu.ru/portal/docs/F800871619/quant_theory_param.pdf)

2. Электронный парамагнитный резонанс ионов переходных групп, Том. II / А. Абрагам, Б. Блинни, Том. II, Мир, Москва, 1973, 349с

#### **7.3. Интернет-ресурсы:**

архив публикаций по физике - <http://xxx.lanl.gov/find/cond-mat>

Информационный бюллетень - <http://perst.issp.ras.ru>  
Кристаллические структуры - <http://www.crystallography.net>  
обзор по моделям ВТСП - <http://www.nano-jurnal.ru>  
Таблицы 3-й символов - <http://www.svengato.com/threej.html>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Современные микроскопические модели" 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 Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Лекционная аудитория, справочники, интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Квантовая радиофизика .

Автор(ы):

Еремин М.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.

Рецензент(ы):

Никитин С.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.