

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. Таюрский Д.А.

20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные проблемы физики конденсированного состояния Б1.Б.3.4

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика сложных систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Еремин М.В.

Рецензент(ы):

Прошин Ю.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No 6151917

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

1. Цели освоения дисциплины

Изучение физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств конденсированных сред, знакомство основными теоретическими моделями и идеями постановки решающих экспериментов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина "Физика конденсированного состояния" является базовой частью модуля "Общая физика" профессионального цикла дисциплин подготовки студентов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	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 ; 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 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-1 (профессиональные компетенции)	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 ;
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями.
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

особенности квантово-механического описания сверхпроводимости, основные термодинамические и кинетические характеристики, модели связи спиновых и орбитальных моментов; актуальные направления исследований по физике конденсированного состояния.

2. должен уметь:

применять современные методы теории к решению задач; уметь выделить нерешенные задачи; использовать полученные знания при решении актуальных проблем.

3. должен владеть:

обладать навыками работы с научной литературой; методами научных исследований; освоение новых методов в проведении физических исследований

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Знает: углубленные знания в области математики и естественных наук, базовые знания фундаментальных разделов физики; современные проблемы физики, новейшие достижения физики; методы анализа и синтеза физической информации

Умеет: использовать знания в области математики и естественных наук, адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности и социальных условий деятельности;

пользоваться знаниями современных проблем и достижений физики; использовать информационные технологии для решения физических задач

Владеет: способностями демонстрировать углубленными знаниями в области естественных наук и математики, фундаментальными разделами физики навыками использования знаний современных проблем физики; навыками проведения самостоятельных научных исследований в избранной области теоретической физики.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 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. Кристаллические поля и обменные взаимодействия	2	1-2	2	2	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Взаимодействие через поле фононов.	2	3-4	2	2	0	Контрольная работа
3.	Тема 3. Необычные сверхпроводники.	2	5-6	2	2	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Возможные механизмы спаривания	2	7-8	2	2	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Переход металл-диэлектрик. Волны зарядовых и спиновых плотностей. Модель Хаббарда	2	9-12	4	4	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Зачет
	Итого			12	12	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Кристаллические поля и обменные взаимодействия

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Оператор кристаллического поля и его параметры. Техника расчета матричных элементов. Механизмы суперобменных взаимодействий

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчет уровней энергии и волновых функций. Изображение плотности распределения электронов в кристаллических полях.

Тема 2. Взаимодействие через поле фононов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вывод оператора взаимодействия через поле фононов методом канонических преобразований.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Задача о перенормировке частоты колебаний фононов из -за электрон-фононного взаимодействия

Тема 3. Необычные сверхпроводники.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Фазовые диаграммы сверхпроводящих купратов и халькогенидов . Методы исследования. ЯМР, рассеяние нейтронов и ARPES

практическое занятие (2 часа(ов)):

Модель Бардина купера Шриффера . Расчет энергетического спектра двумя методами; методом Боголюбова и через решение уравнений движения для операторов рождения и уничтожения.

Тема 4. Возможные механизмы спаривания

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Зависимость параметра сверхпроводящей щели от волнового вектора. Теоретико - групповая классификация типов спаривания.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Методы решение уравнений на сверхпроводящую щель при короткодействующих потенциалах спаривания

Тема 5. Переход металл-диэлектрик. Волны зарядовых и спиновых плотностей. Модель Хаббарда

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Волны зарядовых и спиновых плотностей . Одномерная модель . Сценарий Пайерлса . Примеры веществ с переходом в состояния с волнами зарядовых (спиновых) плотностей. Модель Хаббарда.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Техника операторов Хаббарда. t-J модель . Спектральный вес.

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. Кристаллические поля и обменные взаимодействия	2	1-2	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Взаимодействие через поле фононов.	2	3-4	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Необычные сверхпроводники.	2	5-6	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Возможные механизмы спаривания	2	7-8	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Переход металл-диэлектрик. Волны зарядовых и спиновых плотностей. Модель Хаббарда	2	9-12	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, решение задач, самостоятельная работа студента, консультации

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

Тема 1. Кристаллические поля и обменные взаимодействия

домашнее задание , примерные вопросы:

Расчет расщеплений состояний 3d-электрона в октаэдрическом поле. Изображение плотности распределения электрона, соответствующее каждой из волновых функций.

устный опрос , примерные вопросы:

Схемы слабого и сильного кристаллического поля. Свойства 3-j символов

Тема 2. Взаимодействие через поле фононов.

контрольная работа , примерные вопросы:

Вывод уравнения БКШ

устный опрос , примерные вопросы:

куперовские пары.

Тема 3. Необычные сверхпроводники.

домашнее задание , примерные вопросы:

Составить обзор по новым сверхпроводникам

устный опрос , примерные вопросы:

Фазовые диаграммы. Дырочно и электронно допированные купраты

Тема 4. Возможные механизмы спаривания

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение уравнения БКШ при заданном фурье-образе потенциала спаривания

устный опрос , примерные вопросы:

Типы спаривания. Купраты. Пниктиды. Системы с тяжелыми фермионами

Тема 5. Переход металл-диэлектрик. Волны зарядовых и спиновых плотностей. Модель Хаббарда

контрольная работа , примерные вопросы:

Диагонализация модельных гамильтонианов (ВЗП или ВСП)

устный опрос , примерные вопросы:

Сценарии переходов металл-диэлектрик; Пайерлса, Мотта, Хаббарда.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету

1. Схемы слабого и сильного кристаллических полей.

2. Механизмы суперобменных взаимодействий.

3. Фазовая диаграмма купратов. Особенности спаривания носителей тока

3. Фазовая диаграмма сверхпроводящих пниктидов. Особенности спаривания носителей тока

4. Модели перехода металл-диэлектрик. Волны зарядовых плотностей (ВЗП)
5. Модели перехода металл-диэлектрик. Модель Хаббарда
6. Взаимодействие через поле фононов
7. Методы диагонализации модельного гамильтониана БКШ.

Вопросы и домашние задания способствуют развитию компетенций: ОК-1, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-3, ПК-8.

7.1. Основная литература:

1. Петров, Ю.В. Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю. В. Петров. ? Долгопрудный: Интеллект, 2013. 213 с.
2. Еремин, М.В. Микроскопические модели в конденсированных средах [Электронный ресурс] // Учебное пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. - 113с.
Режим доступа http://kpfu.ru/docs/F1043614157/Eremin_Posobie_2011.doc
3. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния. М.:Бинوم. Лаборатория знаний, - 2011. - 293 с. <http://e.lanbook.com/view/book/4372/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Садовский, М.В.. Диаграмматика. Издание 2, "ИКИ", Москва - Ижевск, 2010. - 282 с..
Режим доступа: <http://sadvski.iep.uran.ru/RUSSIAN/LTF/DATA/Diagrammatica.pdf>
2. Абрикосов А.А. Основы теории металлов М. Физматлит. - 2010. - 600 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/2093/>
ЭБС "Лань"
3. Тагиров Л.Р., Кочелаев Б.И., Дёминов Р.Г., Усеинов Н.Х. Приложения двухвременных термодинамических функций Грина в физике твердого тела (Конспект лекций на английском языке). - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. - 101с.
http://kpfu.ru/docs/F237569143/Application_of_Green_functions.pdf

7.3. Интернет-ресурсы:

архив препринтов - <http://arxiv.org/find/cond-mat>
Информационный бюллетень ПерсТ - http://www.nanometer.ru/2015/01/03/periodika_448606.html
МГУ им. Ломоносова - shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/notes.html
Модели псевдощелевого состояния в высокотемпературных сверхпроводниках. - <http://sadvski.iep.uran.ru/RUSSIAN/LTF/reviews.htm>
МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ - <http://www.nano-journal.ru/images/6/62/Nano@0101Eremin.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные проблемы физики конденсированного состояния" 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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

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.

Доска, мел, интернет

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Физика сложных систем .

Автор(ы):

Еремин М.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Прошин Ю.Н. _____

"__" _____ 201__ г.