

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"___" 20___ г.

Программа дисциплины

Кооперативные и когерентные явления Б1.В.ДВ.06.01

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Еремин М.В.

Рецензент(ы): Юсупов Р.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры № ___ от "___" 20___ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № ___ от "___" 20___ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) Еремин М.В.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-2	Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

Основные методы и модели для описания сверхпроводимости, сверхтекучести и когерентной оптики.

Должен уметь:

Уметь проводить расчеты критических параметров и их температурных зависимостей.

Должен владеть:

Должен владеть современными представлениями о кооперативных и когерентных явлениях в конденсированных средах

Должен демонстрировать способность и готовность:

Демонстрировать способность решать интегральные уравнения для определения энергетической щели, быть готовым рассчитывать температурную зависимость плотности сверхпроводящего тока, оценивать интенсивности вынужденных переходов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.06.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Физика магнитных явлений)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 66 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема 1. Квантование					
Регистрационный номер Страница 3 из 11.						

электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов.

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Спонтанное и вынужденное излучения Когерентные состояния электромагнитного поля	3	4	2	0	10
3.	Тема 3. Сверхтекучесть . Конденсация Бозе-Энштейна. Элементарные возбуждения в жидком гелии. Теория Боголюбова.	3	4	2	0	10
4.	Тема 4. Критерий сверхтекучести Ландау. Термодинамические характеристики сверхтекучего гелия. Боле-Энштейновская конденсация легких атомов	3	4	2	0	10
5.	Тема 5. Основные характеристики сверхпроводников. Уравнения братьев Лондонов.	3	4	2	0	10
6.	Тема 6. Куперовская неустойчивость . Модель Бардина Купера Шриффера. Метод Боголюбова .	3	4	4	0	10
7.	Тема 7. Высокотемпературные сверхпроводники. Купраты , Пниктиды	3	4	0	0	6
	Итого		28	14	0	66

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Квантование электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов.

Фотоны. Энергия и импульс электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов. Волновая функция электромагнитного поля. Квантование свободного электромагнитного поля. Решение уравнения для векторного потенциала в виде разложения по плоским волнам. Обобщенные координаты и обобщенные импульсы. Представление энергии в виде энергий невзаимодействующих гармонических осцилляторов. Матричные элементы обобщенных координат и импульсов .

Тема 2. Спонтанное и вынужденное излучения Когерентные состояния электромагнитного поля

Спонтанное и вынужденное излучения Состояния постоянной амплитуды и фазы. Когерентные состояния электромагнитного поля . Глауберовские состояния. Вид операторов в представлении вторичного квантования. Операторы рождения и уничтожения. Симметрия волновых функций относительно перестановки частиц или квантовых чисел. Коммутационные соотношения для бозонных операторов и для операторов фермионного типа.

Примеры расчета матричных элементов. Волновые функции в представлении вторичного квантования.

Тема 3. Сверхтекучесть . Конденсация Бозе-Энштейна. Элементарные возбуждения в жидком гелии.

Теория Боголюбова.

Критерий квантового описания жидкости. Конденсация Бозе-Энштейна. Элементарные возбуждения в жидком гелии. Теория Боголюбова. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Критерий перехода систем в квантовое состояние. Теория теплоемкости. Коллективные возбуждения в гелии. Метод для расчета спектра коллективных возбуждений. Теория Боголюбова. Критерий сверхтекучести Ландау. Ротоны. Конденсация легких атомов. Методы наблюдения конденсации.

Тема 4. Критерий сверхтекучести Ландау. Термодинамические характеристики сверхтекучего гелия.

Боле-Энштейновская конденсация легких атомов

Бозе-Эйнштейновская конденсация. Критерий перехода систем в квантовое состояние. Теория теплоемкости. Коллективные возбуждения в гелии. Метод для расчета спектра коллективных возбуждений. Теория Боголюбова. Критерий сверхтекучести Ландау. Ротоны. Конденсация легких атомов. Методы наблюдения конденсации. Критерий сверхтекучести Ландау. Спектр элементарных возбуждений. Ротоны. Термодинамические характеристики сверхтекучего гелия. Бозе-Эйнштейновская конденсация легких атомов

Тема 5. Основные характеристики сверхпроводников. Уравнения братьев Лондонов.

Критическая температура. Критический ток и критические магнитное поле. Электродинамика сверхпроводников . Уравнения братьев Лондонов. Плотность сверхпроводящего тока. Сверхпроводники первого и второго рода. Вихри Абрикосова.Куперовские пары. Аномальные средния. Уравнение Бардина Купера Шриффера. Диагонализация модели БКШ методом Боголюбова. Боголюбоны. Типы спаривания. Механизмы спаривания. Высокотемпературные сверхпроводники. Слоистые купраты. Типы носителей. Электронные и дырочные сверхпроводники. Уранения братьев Лондон. Плотность всерхпроводящего тока.

Тема 6. Куперовская неустойчивость . Модель Бардина Купера Шриффера. Метод Боголюбова .

Куперовские пары. Аномальные средния. Уравнение Бардина Купера Шриффера.

Диагонализация модели БКШ методом Боголюбова. Боголюбоны. Типы спаривания. Механизмы спаривания. Высокотемпературные сверхпроводники. Слоистые купраты. Типы носителей. Электронные и дырочные сверхпроводники. Уранения братьев Лондон. Плотность всерхпроводящего тока.

Модель двух взаимодействующих электронов в металле. Куперовская неустойчивость . Модель Бардина Купера Шриффера. Энергетическая щель . Метод Боголюбова . Температурная зависимость плотности сверхпроводящего тока.

Тема 7. Высокотемпературные сверхпроводники. Купраты , Пникиды

Высокотемпературные сверхпроводники. Типы зависимости энергетической щели от волнового вектора. Фазовая диаграмма купратных сверхпроводников. Железосодержащие сверхпроводники. Перспективы практического применения.. Модель Хаббарда. Фазовая диаграмма высокотемпературных сверхпроводников. Волны спиновых плотностей.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-2	1. Квантование электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов.
2	Дискуссия	ОПК-3	7. Высокотемпературные сверхпроводники. Купраты, Пникиды
3	Письменное домашнее задание	ПК-2	3. Сверхтекучесть. Конденсация Бозе-Энштейна. Элементарные возбуждения в жидком гелии. Теория Боголюбова.
	Зачет	ОПК-3, ПК-2	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап	
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.		
Семестр 3						
Текущий контроль						
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1	
Дискуссия	Высокий уровень владения материалом по теме дискуссии. Превосходное умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Высокий уровень этики ведения дискуссии.	Средний уровень владения материалом по теме дискуссии. Хорошее умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Средний уровень этики ведения дискуссии.	Низкий уровень владения материалом по теме дискуссии. Слабое умение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Низкий уровень этики ведения дискуссии.	Недостаточный уровень владения материалом по теме дискуссии. Неумение формулировать свою позицию, отстаивать её в споре, задавать вопросы, обсуждать дискуссионные положения. Отсутствие этики ведения дискуссии.	2	
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3	
	Зачтено		Не зачтено			

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.			

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Тема 1

Построение волновых функций электромагнитного поля в представлении вторичного квантования. Частотное (энергетическое) представление. Представления постоянной амплитуды и фазы электромагнитного поля. Глауберовские состояния.

2. Дискуссия

Тема 7

Основные характеристики высокотемпературных сверхпроводников. Фазовые диаграммы. Природа носителей тока. Методы исследования. Ядерный магнитный резонанс. Фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением. Рассеяние нейтронов. Микроскопические модели зоны проводимости. Механизмы спаривания. Практические применения высокотемпературных сверхпроводников.

3. Письменное домашнее задание

Тема 3

Квазичастицы. Теория Боголюбова. Ротоны. Термодинамические характеристики сверхтекучего гелия. Решение уравнений движения для операторов рождения и уничтожения при использовании модели Бардина Купера Шриффера.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Квантование электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов.
2. Квантовая теория излучения. Вынужденное и спонтанное излучения.
3. Когерентные состояния электромагнитного поля
4. Конденсация Бозе-Энштейна.
5. Квазичастицы в жидком гелии. Теория Боголюбова.
6. Сверхтекучесть. Критерий Ландау. Ротоны.
7. Сверхпроводники. Уравнение братьев Лондонов.
8. Теория Гинзбурга -Ландау. Вихри Абрикосова.
9. Куперовская неустойчивость. Модель Бардина Купера Шриффера.
10. Метод Боголюбова в теории сверхпроводимости.
11. Высокотемпературные сверхпроводники. Типы зависимостей энергетической щели от волнового вектора.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
Дискуссия	На занятии преподаватель формулирует проблему, не имеющую однозначного решения. Обучающиеся предлагают решения, формулируют свою позицию, задают друг другу вопросы, выдвигают аргументы и контраргументы в режиме дискуссии. Оцениваются владение материалом, способность генерировать свои идеи и давать обоснованную оценку чужим идеям, задавать вопросы и отвечать на вопросы, работать в группе, придерживаться этики ведения дискуссии.	2	20
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Абрикосов, А.А. Основы теории металлов. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2010. - 600 с.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2093>
2. Кочелаев Б.И. Квантовая теория: конспект лекций / Б. И. Кочелаев; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф теорет. физики.-[2-е изд., перераб., доп. и испр.].-Казань: [Казанский университет], 2013. - 222 с.

7.2. Дополнительная 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

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

архив публикаций по физике - <http://arxiv.org/find/cond-mat>

Информационный бюллетень Перс Т - http://www.nanometer.ru/2015/01/03/periodika_448606.html

МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ - <http://www.nano-journal.ru/images/6/62/Nano@0101Eremin.pdf>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Овладеть методом канонических преобразований. Он используется для решения широкого круга задач. Выделить основные модели в теории обменного взаимодействия. Осознать, что основные состояния ионов в кристаллах могут быть качественно угаданы на основе закона Кулона. Обратить внимание на физическую интерпретацию излагаемого материала.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Научиться решать уравнения движения при использовании представления вторичного квантования. При освоении материала пропущенные вычисления в книгах необходимо провести. Особое внимание обратить на физическую интерпретацию полученных результатов . В качестве моделей рассмотреть модель Купера Бардина Шриффера и модель перехода металл-диэлектрик.
самостоятельная работа	Овладеть методом канонических преобразований. Он используется для решения широкого круга задач. Применить его для вывода фурье-образа взаимодействия электронов через поле фононов. Обратить внимание на физическую интерпретацию излагаемого материала. Познакомиться с методом функций Грина в теории перехода металл-диэлектрик по сценарию Хаббарда.
контрольная работа	Освоить метод вторичного квантования при записи операторов и волновых функций. Научиться применять его при составлении уравнений движения в представлении Гейзенberга. Полезно проиллюстрировать механизмы взаимодействий диаграммами. Представить распределение электронных плотностей в виде рисунков с указанием фазы соответствующих волновых функций.
письменное домашнее задание	Квазичастицы в гелии при низких температурах. Теория Боголюбова. Ротоны. Термодинамические характеристики сверхтекучего гелия. Решение уравнений движения для операторов рождения и уничтожения при использовании модели Бардина Купера Шриффера и в случае модели Хаббарда при описании перехода металл-диэлектрик.
дискуссия	Знать основные термины при использовании вторичного квантования. Четко представлять типы приближений учете двух-частичных взаимодействий: приближение Харти-Фока, аномальные средние в теории сверхпроводимости, какие средние фигурируют в теории перехода металл-диэлектрик по сценарию Пайерлса , какие средние надо вычислять самосогласованно при описании волн спиновых плотностей. Фазовые диаграммы высокотемпературных сверхпроводников . Критические параметры. Области практического применения.
зачет	Подготовиться к ответу по следующим разделам: 1. Квантование электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов. 2. Квантовая теория излучения. Вынужденное и спонтанное излучения. 3. Когерентные состояния электромагнитного поля 4. Конденсация Бозе-Энштейна. 5. Квазичастицы в жидком гелии. Теория Боголюбова. 6. Сверхтекучесть . Критерий Ландау. Ротоны. 7. Сверхпроводники. Уравнение братьев Лондонов. 8. Теория Гинзбурга -Ландау. Вихри Абрикосова. 9. Куперовская неустойчивость. Модель Бардина Купера Шриффера. 10. Метод Боголюбова в теории сверхпроводимости. 11. Высокотемпературные сверхпроводники. Типы зависимостей энергетической щели от волнового вектора.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Кооперативные и когерентные явления" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Кооперативные и когерентные явления" 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.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Физика магнитных явлений .