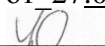



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено
на заседании кафедры
протокол №_4_ от 27.04.2022 г.
Зав. кафедрой  Мулюков Р.Р.

Согласовано:
Председатель УМК физико-
технического института
 М.Х.Балапанов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина **КВАНТОВАЯ ФИЗИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА**
(наименование дисциплины)

математический и естественнонаучный цикл, вариативная
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа магистратуры

Направление подготовки
03.04.02 ФИЗИКА,

Профиль подготовки
Физика наносистем

магистр

квалификация

Разработчик (составитель) профессор, д.ф.-м.н., (должность, ученая степень, ученое звание)	 / Юмагузин Ю.М. (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приёма: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: д.ф.-м.н., проф. Юмагузин Ю.М.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и технологии наноматериалов протокол от « 27 » апреля 2022 г. № 4

Заведующий кафедрой _____ / Мулюков Р.Р.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____, протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ Ф.И.О/

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

В дисциплине «Квантовая физика твердого тела» нет универсальных компетенций (УК) и общепрофессиональных компетенций (ОПК).

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовая физика твердого тела» относится к математическому и естественнонаучному циклу (вариативная) учебного плана по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Физика наносистем».

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Целью данной дисциплины является овладение основами квантовой теории твердых тел с целью их дальнейшего использования в профессиональной деятельности при описании и исследовании различных свойств материалов и наноструктурированных материалов; формирование необходимого уровня научно-исследовательской культуры, обеспечивающего как умение разбираться в современных проблемах материаловедения и выработать способы решения практических задач, так и самостоятельно продолжить свое образование и профессиональное совершенствование в области физики твердого тела; формирование знаний о физических свойствах тел, обусловленных движением и взаимодействием электронов и ионов, применение их при решении профессиональных и научно-исследовательских задач. Понимание физической сущности явлений, происходящих в твердых телах, соответствующих основным разделам курса «Квантовая физика твердого тела»: электронная структура металлов, заполнение электронных состояний, плотность состояний, распределение Ферми-Дирака, явление переноса электронов при протекании электрического тока, роль электронов в процессах теплопроводности, рассеяние электронов, явления электронной эмиссии в металлах.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики.

Дисциплина «Квантовая физика твердого тела» призвана помочь магистрам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной квалификационной работы, а так же изучению таких дисциплин как: «Сверхпроводящие материалы и устройства на их основе», «Электронная теория металлов», «Электронные свойства квантоворазмерных полупроводниковых гетероструктур», «Основы сканирующей зондовой микроскопии», «Основы электронной микроскопии», «Экспериментальные методы в физике низкоразмерных систем», «Электрические и магнитные свойства наноматериалов».

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине.

Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции:

ПК-1: Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем

ПК-2: Способен использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой

Экзамен

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1.1. Знает как планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования;	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.	Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
ПК-1.2. Умеет планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования;	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
ПК-2.1. Владеет способностью планировать и проводить научные эксперименты (в избранной	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных	Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных

предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные исследования;	средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способен внедрять данные для решения поставленных задач	средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач
---	--	--	---	--

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов), не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1, ПК-2 Знает, как составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты);	Знать основы квантовой электроники, практических применений лазеров и мазеров Знать физическую природу магнетизма, основные типы магнетиков; свойства и основные типы сверхпроводников, макро- и микроскопические модели сверхпроводимости; основные характеристики и свойства неупорядоченных и аморфных твердых тел и жидких кристаллов; основные экспериментальные методы изучения структуры, электрических и магнитных свойств твердых тел	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
ПК-1, ПК-2 Умеет составлять и	Уметь применять основные понятия квантовой механики, служащие основой	контрольные работы;

оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты);	для квантовой теории твердых тел	тесты; решение задач; экзамен
	Уметь определять структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа Уметь произвести расчеты кинетических характеристик твердых тел в приближении свободного электронного газа	
ПК-1, ПК-2 Владеет способами составления и оформления научных и (или) технических (технологических, инновационных) отчетов (публикации, проекты);	Владеть навыками выполнения экспериментов по заданной методике и обработке результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
	Владеть основными математическими методами решения задач квантовой физики твердых тел	

Для контроля освоения компетенций при изучении дисциплины применяется балльно-рейтинговая система.

Задания для оценивания результатов обучения в виде знаний (первый этап освоения компетенций)

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие оценочные средства:

- письменные работы по теоретическому материалу;
- аудиторные и домашние задания по практическим занятиям (решение задач);
- собеседование.

Рейтинг-план дисциплины

«Квантовая физика твердого тела»

Направление 03.04.02 «Физика»

курс 1 семестр 2022 /2023 гг.

Количество часов по учебному плану 180 , в т.ч. аудиторная работа 30 часов (лекция), 16 часов (практические занятия), самостоятельная работа 107 часа

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 Квантовая теория атомов и в ФКС				
Текущий контроль.				
1. Письменная работа	0-4	2	0	8
2. Контрольная работа	0-12	1	0	12
Рубежный контроль.				
1. Коллоквиум	0-15	1	0	15
Всего баллов за модуль:			0	35

Модуль II. Квантовая электронная теория твердых тел				
Текущий контроль				
1. Письменная работа	0-4	2	0	8
2. Контрольная работа	0-12	1	0	12
Рубежный контроль				
1. Коллоквиум	0-15	1	0	15
Всего баллов за модуль:			0	35
Поощрительные баллы				
1. Участие на конференциях	10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещаемость лекционных занятий			0	-6
Итоговый контроль				
1. Экзамен.	0-30	1	0	30
ИТОГО за семестр по видам контроля:	Текущий контроль. 1. Контрольные работы – 24 балла. 2. Письменные работы – 16 баллов. Всего по текущему контролю – 40 баллов (40% общей рейтинговой оценки) Рубежный контроль. 1. Коллоквиумы – 30 баллов. Всего по рубежному контролю – 30 баллов (30% общей рейтинговой оценки). Поощрительные баллы – 10 баллов. Итоговый контроль (экзамен) – 30 баллов.			
ИТОГО за семестр:			0	110

Экзаменационные билеты

Примерные вопросы для рубежного и промежуточного контроля

Физические основы квантовой механики. Микромир. Неприменимость классической механики в микромире. Связь между квантовой и классической механикой. Измерение физических величин. Релятивистский микромир. Квантовое поведение частиц. Принцип неопределённости. Математический аппарат квантовой механики. Амплитуды вероятности. Векторы состояний. Базисные векторы состояний. Принцип суперпозиции. Скалярное произведение векторов состояний. Переход к другому базису. Нормировка векторов состояния. Калибровочные преобразования. Линейные операторы. Правила алгебры операторов. Представление операторов матрицами. Операторы физических величин. Преобразования симметрии. Оператор физической величины. Эрмитово сопряжение оператора. Приведение эрмитовой матрицы к диагональному виду. Коммутатор операторов физических величин. Координатное представление. Собственные функции. Действие операторов на волновую функцию. Импульс частицы. Оператор импульса в координатном представлении. Состояния с определённым импульсом. Распределение вероятности для импульса. Уравнение Шредингера. Оператор энергии и эволюция состояний во времени. Стационарные состояния. Изменение средних значений со временем. Представление Гейзенберга. Уравнение Шредингера для волновой функции частицы .

Задания для оценивания результатов обучения в виде умений (второй этап освоения компетенций)

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются следующие оценочные средства:

- контрольные работы по практическим заданиям;
- коллоквиум,
- реферат,
- тестирование.

Задания для оценивания результатов обучения в виде владений (третий этап освоения компетенций)

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются оценочные средства в виде экзамена.

Вопросы для проведения экзамена для проверки знаний по компетенциям ПК-1 и ПК-2:

Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу

1) Зонная теория твердых тел. Типы связей атомов в твердых телах. Ионные, ковалентные, металлические, молекулярные кристаллы. Энергия связи. Адиабатическое приближение.

Структура кристаллов и способы ее определения. Кристаллическая решётка, виды кристаллической решетки, базис кристаллической структуры. Энергетические уровни. Электронный переход. Образование энергетических зон). 2) Электронный газ в металле (Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна и Ферми Дирака. Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна. Статистика Ферми-Дирака. Вырожденный газ Ферми. Температура

вырождения. Уровень Ферми. Энергия Ферми. Электропроводность металлов. Природа металлической проводимости. Классическая электронная теория металлов. Закон Видемана и Франца. Закон Ома, закон Джоуля-Ленца. Эффект Холла. Недостатки классической электронной теории проводимости. Квантовая теория проводимости металлов). Операторы физических величин. Преобразования симметрии. Оператор физической величины. Эрмитово сопряжение оператора. Приведение эрмитовой матрицы к диагональному виду. Коммутатор операторов физических величин. Координатное представление. Собственные функции. Действие операторов на волновую функцию. Импульс частицы. Оператор импульса в координатном представлении. Состояния с определённым импульсом. Распределение вероятности для импульса. Уравнение Шредингера. Оператор энергии и эволюция состояний во времени. Стационарные состояния. Изменение средних значений со временем.

Представление Гейзенберга. Уравнение Шредингера для волновой функции частицы .

Пример экзаменационного билета по дисциплине «Квантовая физика твердого тела»:

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Курсовые экзамены за 2022/2023 уч.гг.

Дисциплина: Квантовая физика твердого тела

Экзаменационный билет № 7

Вопрос 1 (15 баллов). Связь между квантовой и классической механикой.

Вопрос 2 (15 баллов). Уравнение Шредингера.

Зав.кафедрой физики и технологии наноматериалов

Р.Р. Мулюков

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

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций определены локальными нормативными актами БашГУ: Фонд оценочных средств образовательной программы, Положение о промежуточной аттестации студентов от 04.07.2014 г., Положение о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ от 26.09.2014 г., а также соответствующими разделами стандарта настоящей дисциплины.

Модульно-рейтинговая система обучения и оценки успеваемости студентов представляет собой комплексную систему поэтапного оценивания уровня освоения дисциплин основной образовательной программы по направлению (специальности) высшего образования, при которой осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на модули и проводится регулярная оценка знаний и умений студентов в течение семестра. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в процессе изучения дисциплины, оцениваются в рейтинговых баллах по 100-бальной шкале.

Знания, умения и навыки студентов оцениваются при текущем, рубежном и итоговом контроле. Текущий контроль - контроль за всеми видами аудиторной и внеаудиторной работы студентов по данному дисциплинарному модулю, результаты которой оцениваются до рубежного контроля.

Рубежный контроль - проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом.

Итоговый контроль - форма контроля, проводимая по завершении изучения дисциплины в семестре.

При изучении дисциплины «Квантовая физика твердого тела» текущий контроль осуществляется в виде письменных работ (16 баллов за семестр); контрольных работ (24 балла за семестр). Всего за семестр 40 баллов. Рубежный контроль проводится в форме коллоквиума (30 баллов). Всего за семестр 30 баллов. По учебному плану итоговый контроль проводится в форме экзамена (30 баллов). Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей, за работу со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности в виде поощрительных баллов (до 10 баллов за семестр).

Перевод оценки из 100-бальной в пятибалльную производится следующим образом:
-отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
-хорошо - от 60 до 79 баллов;
-удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
-неудовлетворительно - менее 45 баллов.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основные темы дисциплины «Квантовая физика твердого тела» приведены в таблицах 2 и 3 рабочего плана, где можно ознакомиться с расшифровкой каждой темы и основными понятиями, которые необходимо освоить по каждому модулю. В этих же таблицах подробно прописана тематика самостоятельной работы с указанием литературных источников. По каждой теме самостоятельной работы в рабочей программе указаны соответствующие параграфы основной и дополнительной литературы, которая есть в достаточном количестве в библиотеке. Рекомендуется активно пользоваться электронными ресурсами библиотеки читального зала физико-технического института.

Самостоятельную работу нужно выполнять систематически для последовательного понимания материала и готовности к промежуточным и рубежным контролям. На кафедре висит график работы преподавателя со студентами. При возникновении вопросов необходимо обращаться к лектору в указанное время за консультацией.

Обязательное условие успешного освоения лекционного материала – внимательно слушать объяснения преподавателя, вести краткий конспект, задавать вопросы лектору, если возникает непонимание материала. Очень полезно обратиться к литературе, которую рекомендовал преподаватель по каждой лекции, и уяснить непонятные моменты. Если по какой-либо причине лекционное занятие было пропущено, материал необходимо проработать по рекомендуемой литературе, в противном случае следующая тема будет непонятна.

При подготовке и проведении занятий преподавателю необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- на необходимость введения четких определений всех новых понятий и терминов, рассматриваемых по каждой теме;
- на актуальность рассматриваемых вопросов в различных системах связи;
- на связь рассматриваемых вопросов со смежными дисциплинами, в частности, с физикой, математикой, электротехникой, вычислительной техникой.

Качественное преподавание дисциплины «Квантовая физика твердого тела» невозможно без использования современной вычислительной техники и мультимедийного оборудования. Необходимо добиваться высокой наглядности при изложении физических процессов в различных приборах электроники. Особое внимание необходимо обратить на изучение эквивалентных схем диодов и транзисторов, на особенности и возможности эксплуатации приборов в области высоких частот, при импульсных воздействиях и в предельных режимах.

Лабораторные занятия требуют предварительной подготовки. Получив у преподавателя тему работы необходимо: проработать теоретический материал по данной работе (лекционный либо по учебной литературе); спланировать выполнение лабораторной работы: четко уяснить порядок выполнения работы, подготовить таблицы для записи полученных результатов, продумать возможности снижения систематических и случайных ошибок. Перед выполнением работы необходимо сдать допуск преподавателю. После снятия результатов и их обработки с учетом теории погрешности, нужно проанализировать полученные результаты, сформулировать вывод и подготовить контрольные вопросы, которые приведены в конце работы.

При выполнении лабораторных работ студент должен продемонстрировать следующее:

- степень усвоения теоретического материала;
- умение применения теоретического материала при анализе полученных экспериментальных данных
- умение расчетов погрешностей экспериментальных данных и расчетных значений;
- умение обоснования эффективности предлагаемых или рассматриваемых технических решений при выполнении лабораторных работ,
- объем и полноту изучения рекомендованных литературных источников.

4.3 Рейтинг-план дисциплины приведен в приложении №2.

Ниже описаны предусмотренные рейтинг-планом оценочные средства, виды и процедуры контроля.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текуще-го и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра.

За работу в семестре студент получает до 100 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за индивидуальные задания.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 70 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 60 до 69 баллов;
- неудовлетворительно – менее 60 баллов

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

При изучении дисциплины «Квантовая физика твердого тела» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

Самостоятельная работа с литературой. Темы для самостоятельного изучения приведены в рабочей программе по каждому модулю с указанием параграфов основной и дополнительной литературы, в достаточном количестве содержащейся в библиотеке. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течение 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная подготовка по материалам лекций к прохождению промежуточного и рубежного контроля. Вопросы по данным видам контроля приведены в соответствующей главе и выдаются студентам заблаговременно. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течении 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе, включающая в себя изучение теоретического материала, планирование эксперимента, подготовку экспериментального журнала. Необходимый методический материал приведен в Методических указаниях к лабораторной работе, выдаваемых студенту преподавателем заранее. Перечень методических указаний приведен в пункте дополнительной литературы. Контроль данной работы проходит в начале каждого лабораторного занятия в течении 10-15 минут в виде допуска по результатам рабочей дискуссии микро группы студентов, совместно выполняющих данный физический эксперимент.

Основная литература:

1. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел /- М.: Наука, 1967. - 492с.
2. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2011. - 288с
3. Френкель Я.И. Введение в теорию металлов. Л.: Наука, 1972.
4. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979, т.1, гл. 1-4, 17.

Дополнительная литература:

1. Г.Бете, А.Зоммерфельд. Электронная теория металлов. М.:1938
2. Брандт Н.Б., Кульбачинский В.А. Квазичастицы в ФКС /М.: Физматлит, 2007. - 632 с.
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела / - М.: Мир, 1974. - 472с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система . Университетская библиотека онлайн. 3. Электронная библиотечная система издательств. Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Интернет-энциклопедия образовательных изданий «Википедия», в которой собраны электронные учебники, справочники, а также статьи различной тематики. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам, отраслям знания. <http://ru.wikipedia.org>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института (415 аудитория).

Практические занятия проводятся в специализированной лаборатории физико-технического института (424 аудитория). В таблице приведены сведения об основном оборудовании, которое используется при выполнении лабораторных работ.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Таблица 5

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 415	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, программы: Windows, MS Power Point
Аудитория 424	Практическая работа	2 компьютера, мультимедийный проектор, экран, доска,

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Квантовая физика твердого тела» на 1 семестре
очная, магистратура

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	47,2
лекций	30
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	105,8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

экзамен _____ 1 _____ семестр

зачет _____ семестр

курсовая работа / курсовой проект _____ семестр

Лекционный и практический курс 1 семестр Таблица 3

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)	Кол-во часов аудиторной работы	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Количество часов самостоят. работы	Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Возникновение квантовой механики. Гипотеза Планка. Квантование энергии. Распределение Больцмана. Каноническая статистическая сумма. Среднее значение энергии системы. Числа заполнения. Плотность энергии излучения. Предельные случаи формулы Планка. Стационарное и нестационарное уравнения Шредингера	Лекция Практика	6 2	Осн. [1-4] Доп. [1]	Зонная теория твердых тел	10	опрос
2.	Основы квантовой электроники Поглощение и испускание фотонов веществом. Открытие стимулированного излучения. Физические основы лазерного	Лекция Практика	8 4	Осн. [1-4,] Доп. [1-2]	Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна и Ферми -Дирака	12	доклад

	<p>эффекта. Уравнения Эйнштейна. Накачка, инверсная заселенность, отрицательная температура системы Когерентность излучения.</p>						
3.	<p>Магнетизм атомов. Механический и магнитный момент электрона на атомной орбите. Гиромагнитное отношение. Модель атома Н.Бора. Боровский радиус. Энергия ионизации атома водорода. Магнетон Бора. Пространственное квантование. Спин электрона. Собственный магнитный момент электрона. Опыт Штерна-Герлаха. Фактор Ланде. Строение атомов. Принцип запрета Паули. Квантовые числа. Принцип заполнения электронных оболочек.</p>	<p>Лекция Практика</p>	<p>6 4</p>	<p>Осн. [1-3] Доп. [3,1]</p>	<p>Классическая электронная теория металлов</p>	<p>6</p>	
4	<p>Магнитные домены. Причины возникновения доменов. Классификация доменных стенок. Стенка Блоха. Стенка Неля. Поворотная стенка. Магнитный гистерезис. Петля гистерезиса. Коэрцитивная сила.</p>	<p>Лекция Практика</p>	<p>6 4</p>	<p>Осн. [2-4] Доп. [1,2]</p>		<p>4</p>	

5	Спиновые волны в ферромагнетике. Закон дисперсии спиновых волн. Спиновые волны в антиферромагнетике. Сравнение с экспериментом. Квантование спиновых волн. Магноны. Плотность состояний магнонов. Температурная зависимость намагниченности. Теплоемкость магнонов.	Лекция Практика	4 2	Осн. [3-4] Доп. [2,1]	Эффект Мейсснера. Эффект Джозефсона	4	
		ИТОГО	46			24	экзамен