

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Кафедра теоретической и вычислительной физики,
физического факультета

Образовательная программа

03.03.02 Физика

Профили подготовки

фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: базовый модуль направления

Рабочая программа дисциплины «Физика конденсированного состояния» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - «Физика» (уровень бакалавриат) от « 7 » августа 2020г. № 891.

Разработчик: кафедра теоретической и вычислительной физики,
Абдулвагабов Мизафрудин Шахович, к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры теоретической и вычислительной физики 21 марта 2022г., протокол №7.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022г., протокол №7

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно- методическим управлением « 31» марта 2022г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» входит базовый модуль направления образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 -

«Физика» и является обязательной для изучения.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и вычислительной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных методов теоретического описания, расчетами, качественного и количественного анализа динамических систем, общих для любых физических систем, как будущей основы многих специальных дисциплин: физика плазмы, квантовая электродинамика, теория ускорителей, ядерная физика, физика твердого тела, электрических и магнитных измерений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общепрофессиональных – ОПК-1;
 профессиональных – ПК-3, ПК-7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельную работу.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы и коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

| Семестр | Учебные занятия | | | | | | | СРС, в том числе экзамен | Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) |
|---------|-----------------|--|----------------------|----------------------|-----|--------------|--------------|--------------------------|---|
| | в том числе | | | | | | | | |
| | Всего | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | консультации | | |
| | | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР | консультации | | | |
| 7 | 72 | 52 | 18 | - | 34 | | | 20 | зачет |

1. Цели освоения дисциплины

Освоение материала данного курса поможет студентам целно воспринять знания, полученные не только по дисциплинам теоретической физики, но и по прикладным дисциплинам. Лекционный курс посвящен изложению основ квантовой теории твердого тела и ставит целью подготовить студента к проведению самостоятельных научно-исследовательских работ по физике конденсированного состояния.

Особое внимание уделяется квантово - механическим основам физики твердого тела, формированию понятия квазичастицы, умению использовать кинетическое уравнение для расчета кинетических коэффициентов низкоразмерных электронных систем, знакомство с элементами нелокальной теории теплопроводности на базе дробного исчисления.

Программа составлена с учетом знаний и навыков, полученных студентами при изучении общих дисциплин по теоретической физике, читаемых на физическом факультете.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика». Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: квантовая механика, квантовая электродинамика, уравнения математической физики, квантовая статистическая физика. Является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: статистическая физика, термодинамика, математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, уравнения математической физики, механика, электричество и магнетизм, оптика, теоретическая механика, высшая математика, квантовая механика.

В результате изучения дисциплины специалист должен:

- иметь представления об адиабатическом принципе в конденсированном состоянии;
- овладеть основами расчета энергетического спектра электронной и фононной подсистем;
- знать понятие квазичастицы и особенности энергетического спектра ;
- рассчитать плотности состояний низкоразмерных электронных систем;
- уметь применить кинетическое уравнение для расчета кинетических коэффициентов;
- знать современное состояние нелокальной теории теплопроводности в дробном исчислении.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

| Код и наименование компетенции из ОПОП | Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП) | Планируемые результаты обучения | Процедура освоения |
|--|---|---|--------------------|
| ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира | <p>Знает: физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники.</p> <p>Умеет: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта.</p> <p>Владет: навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем.</p> | Письменный опрос |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | <p>ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> | <p>Знает: основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности. Умеет: реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. Владеет: навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности</p> | |
| | <p>ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.</p> | <p>Знает: основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы. Умеет: выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата. Владеет: навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.</p> | |

| | | | |
|---|--|---|---------------------------------|
| ПК-3. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности | ПК-3.1. Использует теоретические и практические знания для постановки и решения педагогических задач в предметной области и в области образования | <p>Знает: содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.)</p> <p>Умеет: анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов.</p> <p>Владеет: навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.</p> | Разноуровневые задачи и задания |
| | ПК-3.2. Способен соотносить основные этапы развития предметной области с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами ее современного развития | | |
| | ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций | | |

| | | | |
|---|--|--|--------------------------------|
| ПК-7. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики смежных с физикой науках | ПК-7.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий исследований | <p>Знает: теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований изучаемых процессов и явлений.</p> <p>Умеет: самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-коммуникационных технологий для выполнения экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; правильно применять различные теоретические модели для анализа результатов эксперимента.</p> <p>Владеет: основами современных методов экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований.</p> | Устный опрос, письменный опрос |
| | ПК-7.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов | | |

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы - 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

| № | С | Неделя | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | Самост | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) |
|---|---|--------|--|--------|---|
| | | | | | |

| | Раздел дисциплины | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самост. раб. | семестра) | |
|---|--|---|--|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|---|------------|
| | | | | | | | | Форма промежуточной аттестации (по семестрам) | |
| Модуль 1. Электронные состояния. | | | | | | | | | |
| 1. | Адиабатический принцип Борна-Эренфеста. Состояние электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна. | 7 | | 2 | 4 | | | 2 | опрос |
| 2. | Примеси и примесные уровни. Дефекты. Статистика носителей заряда. | | | | 2 | 4 | | | 2 |
| 3. | Неравновесные электроны и дырки. Квазичастицы. | | | 2 | 4 | | | 4 | опрос |
| 4. | Рассеяние носителей заряда, проводимость и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. | | | | 4 | | | 4 | опрос |
| Итого по модулю 1 | | | | 10 | 16 | | | 10 | коллоквиум |
| Модуль 2. Оптические свойства. | | | | | | | | | |
| 1. | Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. | | | 2 | 10 | | | 6 | опрос |
| 2. | Конденсация бозонов. Сверхтекучесть. Электрон-фононные взаимодействия. Полярон Фрелиха. | | | 4 | 8 | | | 4 | опрос |
| Итого по модулю 2 | | | | 8 | 18 | | | 10 | коллоквиум |
| ИТОГО | | | | 18 | 34 | | | 20 | |

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Электронные состояния.

Адиабатический принцип Борна-Эренфеста. Состояние электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна, энергетические зоны. Примеси и

примесные уровни. Дефекты. Статистика носителей заряда. Неравновесные электроны и дырки. Рассеяние носителей заряда, проводимость и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Квазичастицы.

Модуль 2. Оптические свойства.

Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. Конденсация бозонов. Сверхтекучесть. Электрон-фононные взаимодействия. Полярон Фрелиха. Взаимодействие света с кристаллической решеткой, поляритоны. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Поверхностные состояния электронов. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

| Модуль 1. Электронные состояния. | | |
|---|--|----------------------|
| Название темы | Содержание темы | Объем в часах |
| Состояния электронов в кристаллической решетке. | Кристаллические решетки. Уравнение Шредингера для кристалла. | 2 |
| | Зоны Бриллюэна, энергетические зоны. | 2 |
| Примеси. Дефекты. | Примеси, дефекты в кристаллах. | 2 |
| | Уравнение Шредингера для примесных состояний и его решение. | 2 |
| Статистика носителей заряда. | Статистика носителей заряда. | 2 |
| | Неравновесные электроны и дырки. | 2 |
| Кинетические свойства. | Кинетическое уравнение. | 2 |
| | Электропроводность. | 2 |
| | Кинетические коэффициенты. Времена релаксации. | 2 |
| Модуль 2. Оптические свойства. | | |

| | | |
|--|--|---|
| Акустические и оптические фононы, плазмоны. | Свойства колебаний решетки. | 2 |
| | Плазменные колебания. Оптические колебания в кристаллах. | 2 |
| Электрон-фононные взаимодействия. | Фотон-фоннонные переходы | 2 |
| | Междузонные переходы | 2 |
| Взаимодействия света с кристаллической решеткой. | Макроскопическая теория. Дисперсия и поглощение | 6 |
| Состояние электронов в структурах с пониженной размерностью. | Энергетический спектр низкоразмерных электронных систем. | 4 |

5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для подготовки к занятиям также подготовлен электронный курс лекций, который в скором времени разместят на сайте ДГУ. Данный электронный курс лекция будет способствовать подготовке к сдаче зачета.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- написание рефератов;

- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- решение некоторых задач с применением компьютера.

| Разделы и темы для самостоятельного изучения | Виды и содержание самостоятельной работы |
|--|--|
| Адиабатический принцип Борна Эренфеста. | Теория возмущений с учетом адиабатического принципа Борна-Эренфеста. Уравнения Шредингера для электронной и фононной подсистем. Параметр неадиабатичности. |
| Кристаллический потенциал. Примесные состояния. | Симметрия кристалла и особенности кристаллического потенциала. Волновая функция для электронной подсистемы и теорема Блоха. Зона Бриллюэна и классификация энергетического спектра металлов, полупроводников и диэлектриков. Уравнение Шредингера для примесного центра. Особенности энергетического спектра Металлов, полупроводников и диэлектриков. |
| Статистика носителей заряда. Квантовое кинетическое уравнение для металлов, полупроводников. Квазичастицы в конденсированных средах. | Расчет тензора диэлектрической проницаемости на основе кинетического уравнения. Дисперсионное уравнения для спектра коллективных возбуждений. Плазменные волны. |
| Теория БКШ для сверхпроводимости. | Кинетические уравнения для сверхпроводников в формализме Каданова Бейма. |
| Оптические свойства конденсированных сред. | Система кинетических уравнений и уравнений электродинамики для конденсированных сред и их решения для конкретных сред. Нормальная и аномальная дисперсия света. |
| Электронные свойства низкоразмерных электронных систем. Особенности хемосорбции на низкоразмерных электронных системах. | Расчет плотности состояний для электронных подсистем размерно-квантованная пленка, квантовая нить, квантовая точка, графен. Перенормировка энергии атома на низкоразмерных электронных системах. |

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации бакалавра (зачет). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения

ДИСЦИПЛИНЫ.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

| Код и наименование компетенции из ОПОП | Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП) | Планируемые результаты обучения | Процедура освоения |
|--|---|--|--------------------|
| ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира | <p>Знает: физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники.</p> <p>Умеет: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта.</p> <p>Владеет: навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем.</p> | Письменный опрос |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | <p>ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> | <p>Знает: основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности. Умеет: реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. Владеет: навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности</p> | |
| | <p>ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.</p> | <p>Знает: основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы. Умеет: выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата. Владеет: навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.</p> | |

| | | | |
|---|--|---|---------------------------------|
| ПК-3. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности | ПК-3.1. Использует теоретические и практические знания для постановки и решения педагогических задач в предметной области и в области образования | <p>Знает: содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.)</p> <p>Умеет: анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов.</p> <p>Владеет: навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.</p> | Разноуровневые задачи и задания |
| | ПК-3.2. Способен соотносить основные этапы развития предметной области с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами ее современного развития | | |
| | ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций | | |

| | | | |
|---|--|--|--------------------------------|
| ПК-7. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики смежных с физикой науках | ПК-7.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий исследований | <p>Знает: теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований изучаемых процессов и явлений.</p> <p>Умеет: самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-коммуникационных технологий для выполнения экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; правильно применять различные теоретические модели для анализа результатов эксперимента.</p> <p>Владеет: основами современных методов экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований.</p> | Устный опрос, письменный опрос |
| | ПК-7.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов | | |

7.2. Типовые контрольные задания.

7.2.1. Перечень вопросов к зачету.

1. Кристаллическая структура и решетки с базисом.
2. Решетка Бравэ и основные векторы.
3. Примитивная ячейка, ячейка Вигнера - Зейтца и условная решетка.
4. Обратная решетка.
5. Волновая функция свободно движущегося электрона.
6. Уравнение Шредингера для кристалла.

7. Адиабатическое приближение и валентная аппроксимация.
8. Одноэлектронное приближение.
9. Метод Хартри - Фока.
10. Периодический потенциал Теорема Блоха.
11. Зоны Бриллюэна.
12. Энергетические зоны в приближении свободных электронов.
13. Метод сильно связанных электронов.
14. Примеси на дефекты.
15. Элементарная теория примесных состояний. Примесные уровни.
16. Дефекты.
17. Статистика носителей заряда.
18. Тензор массы. Электроны и дырки.
19. Рассеяние носителей заряда
20. Кинетическое уравнение.
21. Электропроводность.
22. Кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
23. Квазичастицы.
24. Оптические константы.
25. Макроскопическая теория взаимодействия света с твердым телом.
26. Акустические и оптические фононы.
27. Плазмоны. Плазменные колебания.
28. Экситоны Френкеля и Ванье.
29. Конденсация бозонов.
30. Взаимодействия света с кристаллической решеткой.
31. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
32. Поверхностные состояния электронов.
33. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.

7.2.2. Тематика контрольных работ.

1. Группа симметрии кристаллической решетки.
2. Зоны Бриллюэна для различных кристаллических решеток.
3. Плотность состояний.
4. Электроны в слабом периодическом потенциале.
5. Энергетический спектр электронов в кристалле. Модель Кронига - Пенни.
6. Уравнение движение в представлении Ванье.
7. Кинетические свойства. Вычисление времени релаксации.
8. Дисперсия и поглощение.
9. Локализованные состояния, связанные с поверхностью.
10. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.
11. Статистика Ферми для электронов.

12. Статистика носителей заряда в полупроводнике.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 15 баллов,
- выполнение домашних работ – 15 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 20 баллов,
- выполнение контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

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

а) основная литература:

1. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел [Текст]: монография / Р. Пайерлс, пер. с англ. А.А. Абрикосова. – М.: издательство иностранной литературы, 1956. – 259 с.;
2. Китель Ч. Квантовая теория твердых тел [Текст] / Ч. Китель, пер. с англ. А.А. Гусева – М.: Наука, 1967. – 491 с.;
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела [Текст] / Дж. Займан, 2-е изд. – М.: Мир, 1974. – 472 с.;
4. Петров Ю.В. Основы физики конденсированного состояния [Текст] / Ю.В. Петров – М.: Лань, 2013. – 216 с.;
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика [Текст]: Учебное

пособие в 10 т., Статистическая физика. Теория конденсированного состояния / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – Изд.5, испр. 2015. – Т.9. – Ч.2. – 440 с.;

6. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния [Текст]: учебник для высшей школы / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов – БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 293 с. – ISBN: 9785996322596;

б) дополнительная литература:

1. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел [Электронный ресурс] / Р. Пайерлс. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2002. — 260 с. — 5-93972-205-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17624.html> (12.10.2018)
2. Кащенко А.П. Физика твердого тела. Физика ядра. Ядерные реакции [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям и домашним заданиям по дисциплинам: «Взаимодействие излучения с веществом», «Теоретическая физика», «Физические свойства твердых тел» / А.П. Кащенко, Г.С. Строковский, С.И. Шарапов. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 20 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55674.html> (12.10.2018)
3. Блат Ф. Дж. Теория подвижности электронов в твердых телах [Текст] / Блат. Ф. Дж. – М., Л.: ГИФМЛ, 1963. – 224 с.;
4. Джонс Г. Теория зон бриллюэна и электронные состояния в кристаллах [Текст] / Г. Джонс; пер. с англ., под ред. В. Л. Бонч-Бруевича. – М.: Мир, 1968. – 264 с.;
5. Харрисон У. Псевдопотенциалы в теории металлов [Текст] / У. Харрисон – М.: Мир, 1968. – 367 с.;
6. Каллуэй Дж. Теория энергетической зонной структуры [Текст] / Дж. Каллуэй – М.: Мир, 1969. – 360 с.;
7. Анималу А. Квантовая теория кристаллических твердых тел [Текст] / А. Анималу. – М.: Мир. 1981 г. – 576 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017 г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека

- онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
 4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
 5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
 6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
 7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
 8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
 9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
 - 10.Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
 - 11.<http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
 - 12.<http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
 - 13.**Springer.** Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;

- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче зачета.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

- Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
- Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;

3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.