**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

_____ А.М. Дигурова

«29» _____ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**
**«Физика твердого тела»**

Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профили: Физика. Математика.

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2016 год)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки. Профиль подготовки – Физика, математика), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. №91, учебным планом подготовки бакалавра по направлению 44.03.05 –Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки. Профиль подготовки – Физика, математика), утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» (протокол № 9 от 30 апреля 2020 г.).

Составитель: Кесаев В.И.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики конденсированного состояния (протокол № 9 от 18 июня 2020г.)

Зав. кафедрой _____ Т.Т. Магкоев

Одобрена советом физико-технического факультета

(протокол № 6 от «27» июня 2020г.)

Председатель совета факультета _____ И.В. Тваури

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 часа).
Форма промежуточной аттестации – экзамен

| | Очная форма обучения | |
|---|---|---|
| Курс | 3 | 4 |
| Семестр | 6 | 7 |
| Лекции | **30** | |
| Практические занятия | **30** | |
| Лабораторные работы | | 36 |
| Итого аудиторных занятий | **60** | 36 |
| Самостоятельная работа | 30 | 36 |
| Форма контроля | экзамен | зачёт |
| Контроль | 18 | |
| Общее количество часов | 180 | |

## 2. Цели освоения дисциплины

Цель курса. «Физика конденсированного состояния: физика твердого тела» состоит в систематическом изложении способов и методов применения основных принципов классической и квантовой теории к исследованию свойств кристаллических твердых тел.

Курс предназначен для обучения специалистов, которые будут в своей последующей работе либо непосредственно заниматься экспериментальной деятельностью, либо использовать данные различных экспериментов. Для этого необходимы знания об устройстве и принципе работы современных экспериментальных установок и измерительных приборов, технологиях измерений различных физических величин, технологиях проверки и обработки экспериментальных данных. Для ориентации в окружающей деятельности и для поддержания контактов с экспериментаторами курс необходим также и будущим теоретикам.

.

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП: Базовая часть. Б1.В.06.03

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.В.06.02. Общепрофессиональный основной образовательной программы 03.03.02 Физика. Осваивается на 3-4 курсе, 2-1 семестр.

Дисциплина "Физика твердого тела" относится к разделу "Курсы кафедры" профессионального цикла. Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, полученные студентами в результате освоения дисциплин общей физики, физики твердого тела и полупроводников.

«Физика конденсированного состояния: физика твердого тела» состоит в систематическом изложении способов и методов применения основных принципов классической и квантовой теории к исследованию свойств кристаллических твердых тел.

**4. Требования к результатам освоения дисциплины**

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

| Коды компетенций | Содержание компетенций |
|---|---|
| ПК-1 | способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин |
| ПК-3 | готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований |

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

| Коды компетенций ОПОП | Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП | | |
|---|---|---|---|
| | Знать | Уметь | Владеть |
| ПК-1 | готов реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии | готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандар | способен применять современные методики и технологии организации образовательной деятельности, диагностики и оценив |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | и с требо вания ми образ ователь ных станда ртов | тов | ания качеств а образов ательно го процесс а по различн ым образов ательн ым програ ммам |
| ПК-3 | способен решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития обучающихся в учебной и внеучебной деятельности | способен решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности | способен руководить исследовательской работой обучающихся |
| | | | |

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей и профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

## 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

| Номер недели | Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине | Занятия | | Самостоятельная работа студентов | | Формы контроля | Литература |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | л | пр | Содержание | Часы | | |
| **1-2** | Типы связей в кристаллах | 4 | 4 | Водородная связь | 4 | Устный опрос, сообщения по вопросам темы, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **3-4** | Механические (упругие) свойства кристаллов | 4 | 4 | | | Устный опрос, доклад, конспект, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **5-6** | Тепловые колебания атомов кристаллической решетки | 2 | 2 | Квантовый характер нормальных колебаний. Фононы. Энергия решетки, теория Эйнштейна и Дебая. Концентрация и средний импульс фононов. | 6 | Устный опрос, доклад, конспект, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **7-8** | Электропроводность твердых тел | 4 | 4 | Электропроводность невырожденного и вырожденного газа. Температурная зависимость электропроводности | 6 | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **9-10** | Сверхпроводимость | 4 | 4 | Теория сверхпроводимости (теория БКШ) | 4 | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **11-12** | Дифракция в кристаллах | 2 | 2 | | | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **13-14** | Основы зонной теории твердых тел | 4 | 4 | Волновое уравнение для электрона в периодическом поле. Функция Блоха. | 6 | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **15-16** | Магнитные свойства твердых тел | 2 | 2 | | | Устный опрос, конспект, доклад, | [1], [2], [3], [4], [5], [6] |
| **17-18** | Структурные несовершенства в кристаллах | 4 | 4 | Линейные дефекты. Понятие | 4 | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | дислокации. Движение дислокаций. Вектор Бюргерса. Двумерные дефекты. | | | |
| | **ИТОГО** | 30 | 30 | | 30 | | |

**Содержание лабораторных работ**

| № работы | Название работы | Объем часов | | Оборудование | Литература |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Аудиторные работы | Самостоятельные работы | | |
| 1 | Изучение температурной зависимости диэлектрической проницаемости | 6 | 6 | Электрическая установка с термостатом | (1,7,11) |
| 2 | Определение коэффициента внутреннего трения в твердых телах | 6 | 6 | Установка с измерительной схемой | (1,5,6,11) |
| 3 | Определение микротвердости материалов | 6 | 6 | Микротвердометр ПМТ-3 | (1,2,8,11) |
| 4 | Определение скорости звука в различных материалах | 6 | 8 | Установка УЗИС-ЛЭТИ | (1,2,9,11) |
| 5 | Определение | 6 | 4 | Установка с | (1-3,9,11) |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | коэффициента теплопроводности металлов | | | измерительной схемой | |
| 6 | Определение магнитной проницаемости ферромагнетиков | 6 | 6 | Ферротестер | (1,5,11) |
| | | 36 | 36 | | |

**Примечания:**

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

## 6. Образовательные технологии

**Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия в форме** с использованием современных интерактивных технологий.

**Лекция-диалог –** содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

**Онлайн-семинар** – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.)

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

**Видео-лекция** – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

**Технология электронного обучени**я (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

− систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

− углубления и расширения теоретических знаний;

− формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

− развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится: написание докладов, рефератов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

### Методические рекомендации по написанию рефератов (докладов)

Реферат (доклад)— письменная работа, содержащая краткое изложение актуальной научной проблемы и ее современной трактовки на основе последних научных изысканий по этой теме. Он является действенной формой самостоятельного исследования актуальных исторических проблем на основе изучения соответствующих разделов учебных пособий, специальной монографической литературы, а также научных статей, отражающих последний исследовательский опыт в области изучаемого вопроса. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения материала, способствует приобщению студентов к научно-исследовательской деятельности.

Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.

2. Планирование исследования. Включает составление плана реферата и календарного плана научного исследования. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала, поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы; сообщение о предварительных результатах исследования; окончательный вариант работы; обсуждение реферата (на семинаре и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подобранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Для разработки реферата достаточно изучения 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4.Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил: Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику; Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод); Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты; Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman , размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная со второй страницы.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

## 8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов и эссе, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

*Текущий контроль* – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

*Рубежный контроль* осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

**Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### 1) Типовые задания для практических (лабораторных) занятий

1. Работа№1.
1. Понятие диэлектрической проницаемости.
2. Виды диэлектриков.
3. Виды поляризации диэлектриков.
4. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости.
5. Экспериментальная установка и порядок выполнения работы.

Работа№2.

1. Причина возникновения внутреннего трения в твердых телах.
2. Что является мерой внутреннего трения.
3. Методы определения коэффициента внутреннего трения. Метод, применяемый в данной работе.
4. Экспериментальная установка и порядок выполнения работы.

Работа№3.

1. Понятие микротвердости материалов.
2. Факторы, влияющие на микротвердость материалов.
3. Устройство микротвердомера и порядок выполнения работы.

Работа№4

1. Распространение упругих волн в кристаллах.
2. Факторы, влияющие на распространение звуковых волн в кристаллах.
3. Экспериментальные методы измерения скорости звука.
4. Устройства прибора и порядок выполнения работы.

Работа№5.

1. Теплоемкость металлов, составляющие.
2. Коэффициент теплопроводности металлов. Факторы, влияющие на теплопроводность.
3. Совпадение теоретически рассчитанных и экспериментально определенных значений коэффициента теплопроводности металлов.
4. Экспериментальная установка и порядок выполнения работы.

Работа№6.

1. Понятие о ферромагнетиках. Доменная структура.
2. Возникновение петли гистерезиса. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила.
3. Устройство ферротестера.
4. Порядок определения интегральной и дифференциальной магнитных проницаемостей.

| **Оценка** | **Критерий оценки устного и письменного ответа на практическом занятии** |
|---|---|
| 5 | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии. |
| 4 | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие |

| | |
|---|---|
| | вопросы, но имеются неточности, при этом ответ неструктурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии. |
| 3 | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия. |
| 2 | Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия. |

**2)Тематика рефератов для самостоятельной работы (для формирования компетенций Пк-1, ПК-3)**

1. Описать природу взаимодействия Ван-дер-Ваальса.
2. За счет каких взаимодействий стабилизируется кристаллическая структура ионных кристаллов.
3. Может ли быть стабильным кристалл, атомы которого взаимодействуют только со своими ближайшими соседями?
4. В чем состоит природа ковалентной связи?
5. Что общего и в чем различие между ковалентной и металлической связями?
6. Каков механизм водородной связи.
7. Записать основное уравнение динамики решетки в гармоническом приближении.
8. Перечислить основные свойства решений уравнений динамики решетки.
9. В чем состоит отличие акустических колебаний от оптических.
10. Какой тип решеточных колебаний приводит к поляризации кристалла.
11. Почему в отсутствие внешнего электрического поля в проводниках нет тока, хотя имеется огромное количество носителей.
12. В чем состоит механизм рассеяния электронов на колебаниях решетки.
13. Перечислить факторы, приводящие к рассеянию электронов в кристалле.
14. Дать качественное описание механизма возникновения сверхпроводимости.
15. Сверхпроводимость: какие факторы указывают на определяющую роль колебаний решетки.
16. Описать порядок построения сферы Эвольда.
17. Указать свойства волновой функции электронов в кристалле.

18. Сформулировать теорию Блоха.
19. В чем состоит механизм образования энергетических зон в кристаллах (в рамках слабой связи).
20. В чем состоит механизм образования энергетических зон в кристалле (в рамках сильной связи).
21. Как зонная теория объясняет основное различие металлов и диэлектриков.
22. Вычислить эффективную массу электрона в одномерном кристалле с законом дисперсии
23. Объяснить природу точки Кюри для ферромагнетиков.
24. Перечислить типы дефектов в твердых телах.
25. В чем состоит отличие дефекта по Френелю от дефекта по Шоттки.
26. В чем состоит отличие краевой дислокации от винтовой.

**Оценочный лист защиты рефератов (докладов)**

| Оценка | Критерий оценки краткого сообщения |
|---|---|
| 5 | Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, сообщение структурировано, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии. |
| 4 | Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом сообщение не структурировано и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии. |
| 3 | Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия. |
| 2 | Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия. |

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет 5 баллов, из них:

| Наименование критерия | Критерии оценивания | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 |
| **Содержание презентации** | Четко сформулирована цель и раскрыта тема | Сформулирована цель и тема исследования. Частично | Сформулирована цель и тема исследования. Содержание | Не сформулирована цель и тема. Проблема не |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | исследования. В краткой форме дана полная информация по теме и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы. | изложена информация по теме и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы. | полностью не раскрыто. Информация по теме неточна. Проблема до конца не решена. Не даны ссылки на используемые ресурсы. | решена. |
| **Дизайн презентации** | Соблюдается единый стиль оформления. Презентация красочная и интересная. Используются эффекты анимации, фон, фотографии. В презентации присутствуют авторские находки. | Соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Используются некоторые эффекты и фон. | Не соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Эффекты и фон не используется. | Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании. |
| **Представление презентации** | Автор хорошо владеет материалом по теме. Использует научную терминологию. Обладает навыками ораторского искусства. Полно и точно цитируется использованная литература | Автор владеет материалом по теме, но не смог заинтересовать аудиторию. Недостаточно цитируется литература. | Автор не показал компетентности в представлении презентации. Использованные факты не вызывают доверия. Недостаточно цитируется литература. | Представлены искаженные данные |

**4) Вопросы и задачи к рубежным контрольным работам (ПК-1, ПК-3):**

Блок 1

1.1 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=1$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=1$ , найти скорость звука. (в условных единицах)

+1/2

3/4

1
1.2 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=2$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=6$ , найти скорость звука. (в условных единицах)
1/2
3/4
+1
1.3 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=2$ $M=2$ , периодом $2a=2$ и упругой константой $k=2$ , найти скорость звука. (в условных единицах)
1/2
+1
2
1.4 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=2$ , периодом $2a=4$ и упругой константой $k=3$ , найти скорость звука. (в условных единицах)
3/2
2
+5/2

1.5 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=3$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=3$ , найти скорость звука. (в условных единицах)
+1/2
1
3/2
1.6 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=2$ $M=$¿3, периодом $2a=2$ и упругой константой $k=2$ , найти скорость звука. (в условных единицах)
1/2
+1
3/2
1.7 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=2$ $M=4$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=2$ , найти скорость звука. (в условных единицах)
1/6
+1/2
3/4
1.8 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=1$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=1$ ,найти чему равна величина между оптической ветвью в центре 1-ой зоны Бриллюэна. (в условных единицах)
1
3/2
2

1.9 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=2$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=6$ ,найти чему равна величина между оптической ветвью в центре 1-ой зоны Бриллюэна. (в условных единицах)
3
+4
5
1.10 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=2$ $M=2$ , периодом $2a=2$ и упругой константой $k=2$ ,найти чему равна величина между оптической ветвью в центре 1-ой зоны Бриллюэна. (в условных единицах)
+2
3
4
1.11 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=2$ , периодом $2a=4$ и упругой константой $k=2$ ,найти чему равна величина между оптической ветвью в центре 1-ой зоны Бриллюэна. (в условных единицах)
3/2
2
+5/2
1.12 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=1$ $M=3$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=3$ ,найти чему равна величина между оптической ветвью в центре 1-ой зоны Бриллюэна. (в условных единицах)
2
+3
4
1.13 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=2$ $M=3$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=3$ ,найти чему равна величина между оптической ветвью в центре 1-ой зоны Бриллюэна. (в условных единицах)
+2
3
4
1.14 В линейно цепочке с элементарной ячейкой, содержащей атомы двух сортов $m=2$ $M=4$ , периодом $2a=1$ и упругой константой $k=2$ ,найти чему равна величина между оптической ветвью в центре 1-ой зоны Бриллюэна. (в условных единицах)

1/2
1
+3/2

Блок 2

2.1 Вычислить значения «форм-фактора» $\sum \exp\left[i\vec{k}\vec{R}_n\right]$ в приближении ближайших соседей на 2-мерной простой кубической решётке (базисные векторы $\vec{a}_1=\{1,0\}$, $\vec{a}_2=\{0,1\}$) в заданной точке 1-ой зоны Бриллюэна
$\vec{k}=\left\{k_x=k_y=\frac{3\pi}{3a}\right\}$ (в условных единицах).
1
3/2
+2

2.2 Вычислить значения «форм-фактора» $\sum \exp\left[i\vec{k}\vec{R}_n\right]$ в приближении ближайших соседей на 2-мерной простой кубической решётке (базисные векторы $\vec{a}_1=\{2,0\}, \vec{a}_2=\{0,2\}$) в заданной точке 1-ой зоны Бриллюэна

$\vec{k}=\left\{k_x=\frac{\pi}{3a}, k_y=\frac{\pi}{2a}\right\}$ (в условных единицах).

+1

3/2

2

2.3 Вычислить значения «форм-фактора» $\sum \exp\left[i\vec{k}\vec{R}_n\right]$ в приближении ближайших соседей на 2-мерной простой кубической решётке (базисные векторы $\vec{a}_1=\{2,0\}, \vec{a}_2=\{0,2\}$) в заданной точке 1-ой зоны Бриллюэна

$\vec{k}=\left\{k_x=\frac{\pi}{4a}, k_y=\frac{\pi}{2a}\right\}$ (в условных единицах).

1

+3/2

2

2.4 Вычислить значения «форм-фактора» $\sum \exp\left[i\vec{k}\vec{R}_n\right]$ в приближении ближайших соседей на 2-мерной простой кубической решётке (базисные векторы $\vec{a}_1=\{1,0\}, \vec{a}_2=\{0,1\}$) в заданной точке 1-ой зоны Бриллюэна

$\vec{k}=\left\{k_x=\frac{\pi}{2a}, k_y=\frac{\pi}{4a}\right\}$ (в условных единицах).

1

+3/2

2

2.5 Вычислить значения «форм-фактора» $\sum \exp\left[i\vec{k}\vec{R}_n\right]$ в приближении ближайших соседей на 2-мерной простой кубической решётке (базисные векторы $\vec{a}_1=\{2,0\}, \vec{a}_2=\{0,2\}$) в заданной точке 1-ой зоны Бриллюэна

$\vec{k}=\left\{k_x=\frac{\pi}{6a}, k_y=\frac{\pi}{3a}\right\}$ (в условных единицах).

1

2

+3

2.6 Вычислить значения «форм-фактора» $\sum \exp\left[i\vec{k}\vec{R}_n\right]$ в приближении ближайших соседей на 2-мерной простой кубической решётке (базисные векторы $\vec{a}_1=\{1,0\}, \vec{a}_2=\{0,1\}$) в заданной точке 1-ой зоны Бриллюэна

$\vec{k}=\left\{k_x=\frac{\pi}{4a}, k_y=\frac{\pi}{6a}\right\}$ (в условных единицах).

1

2

+3

2.7 Вычислить значения «форм-фактора» $\sum \exp\left[i\vec{k}\vec{R}_n\right]$ в приближении ближайших соседей на 2-мерной простой кубической решётке (базисные векторы $\vec{a}_1=(2,0)$, $\vec{a}_2=(0,2)$) в заданной точке 1-ой зоны Бриллюэна

$\vec{k}=\left\{k_x=\frac{\pi}{2a}, k_y=\frac{\pi}{6a}\right\}$ (в условных единицах).

1
+2
3

2.8 Найти величину импульса Ферми в полностью вырожденном эл. газе для значения концентрации $n=10^{22}$ .(считать $m=h=1$ ¿ $(атомные\ единицы)$.

+1 (x10^7)
2 (x10^7)
3 (x10^7)

2.9 Найти величину импульса Ферми в полностью вырожденном эл. газе для значения концентрации $n=10^{21}$ .(считать $m=h=1$ ¿ $(атомные\ единицы)$.

1/4 (x10^7)
+1/2 (x10^7)
1 (x10^7)

2.10 Найти величину импульса Ферми в полностью вырожденном эл. газе для значения концентрации $n=5\cdot 10^{21}$ .(считать $m=h=1$ ¿ $(атомные\ единицы)$.

2/5 (x10^7)
3/5 (x10^7)
4/5 (x10^7)

2.11 Найти величину импульса Ферми в полностью вырожденном эл. газе для значения концентрации $n=2\cdot 10^{22}$ .(считать $m=h=1$ ¿ $(атомные\ единицы)$.

1 (x10^7)
3/2 (x10^7)
2 (x10^7)

2.12 Найти величину импульса Ферми в полностью вырожденном эл. газе для значения концентрации $n=3\cdot 10^{22}$ .(считать $m=h=1$ ¿ $(атомные\ единицы)$.

1 (x10^7)
3/2 (x10^7)
2 (x10^7)

2.13 Найти величину импульса Ферми в полностью вырожденном эл. газе для значения концентрации $n=2\cdot 10^{21}$ .(считать $m=h=1$ ¿ $(атомные\ единицы)$.

3/5 (x10^7)
1 (x10^7)
3/2 (x10^7)

2.14 Найти величину импульса Ферми в полностью вырожденном эл. газе для значения концентрации $n=3\cdot 10^{21}$ .(считать $m=h=1$ ¿ $(атомные\ единицы)$.

0.6 (x10^7)
0.7 (x10^7)
1 (x10^7)

**Критерии оценивания:**

Всего в тесте 25 вопросов. За каждый правильный ответ – 1 балл.

**Промежуточный контроль -** итоговая оценка знаний студента, осуществляется по накопительной системе суммированием баллов, полученных в процессе текущего и рубежного контроля.

**Форма** промежуточного контроля – экзамен.

Проведение текущего и промежуточного контроля по дисциплине осуществляется в соответствии с Положением СОГУ.[1]

**БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ**

| Форма контроля | Макс. кол-во баллов |
|---|---|
| ***Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из:*** | 25 |
| • Выполнения заданий на практических занятиях | 15 |
| • Выполнения домашних заданий | 5 |
| • Самостоятельных работ | 5 |
| 1-я рубежная письменная контрольная работа | 25 |
| ***Текущая оценка студента в течение 10-15 недели состоит из:*** | 25 |
| • Выполнения заданий на практических занятиях | 15 |
| • Выполнения домашних заданий | 5 |
| • Самостоятельных работ | 5 |
| 2-я рубежная письменная контрольная работа | 25 |
| **Итого** | **100** |

**Методика формирования результирующей оценки[2]**

В ходе текущего контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

**1 –я рубежная аттестация - максимально 50 баллов; из них:**

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или контрольная работа;

От 0 до 25 баллов(текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

**2-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов; из них:**

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка)– активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

Промежуточный контроль:

**Для экзамена:**

За устный ответ на экзамене студент получает 0-50 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Экзамен».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

---

[1] Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры и специалитета в СОГУ (в последней редакции от 08.07.20 г. Пр. № 173).

[2] В соответствии с Положением о БРС оценивания обучающихся очной формы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и специалитета в ФГБОУ ВО СОГУ (от 05.03.2018 г., пр.№ 47)

## Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

| Система оценок СОГУ | | |
|---|---|---|
| **Форма контроля** | **Сумма баллов** | **Название** |
| Экзамен | 86 - 100 | отлично |
| | 71-85 | хорошо |
| | 56-70 | удовлетворительно |

## Вопросы для подготовки к экзамену (ПК-1, ПК-3):

1. Термодинамическая энергия и теплоемкость кристалла.
2. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера.
3. Механические свойства твердых тел.
4. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм.
5. Парамагнетизм. Теория Ланжевена.
6. Уравнение Шредингера для кристалла.
7. Адиабатическое приближение.
8. Условия дифракции Лауэ.
9. Дифракция в кристаллах. Закон Вульфа – Брэга.
10. Электропроводность твердых тел. Вывод уравнения Больцмана.
11. Электропроводность вырожденного газа, подвижность носителей.
12. Нормальные колебания решетки.
13. Ионная связь.
14. Волновое уравнение для электрона в периодическом поле. Функция Блоха.
15. Ферромагнетизм.
16. Дислокации. Вектор Бюргерса.
17. Электропроводность невырожденного газа, подвижность носителей
18. Вектор обратной решетки. Построение Эвальда.
19. Спектр нормальных колебаний решетки.
20. Теоретическое рассмотрение сверхпроводимости. Теория БКШ
21. Ковалентная связь. Структура ковалентных кристаллов.
22. Движение электрона в периодическом поле решетки.
23. Квантовая теория парамагнетизма.
24. Структурные несовершенства кристаллов. Точечные дефекты.
25. Концентрация и средняя энергия фононов.
26. Приближение сильно связанных электронов.
27. Ван – дер – Ваальсова связь.
28. Одноэлектронное приближение (Метод Хартри - Фока)
29. Зависимость электропроводности от температуры.
30. Двумерные и трехмерные дефекты.
31. Металлическая связь.
32. Приближение слабосвязанных электронов.

## Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| **Уровень сформированности компетенций** | | | |
|---|---|---|---|
| **«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)** | **«Минимальный уровень» (56-70 баллов)** | **«Средний уровень» (71-85 баллов)** | **«Высокий уровень» (86-100 баллов)** |
| *Компетенции не сформированы.*<br><br>Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы. | *Компетенции сформированы.*<br><br>Сформированы базовые структуры знаний.<br>Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер.<br>Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка. | *Компетенции сформированы.*<br><br>Знания обширные, системные.<br>Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий.<br>Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка. | *Компетенции сформированы.*<br><br>Знания твердые, аргументированные, всесторонние.<br>Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий.<br>Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка |
| **Описание критериев оценивания** | | | |
| Обучающийся демонстрирует:<br>- существенные пробелы в знаниях учебного материала;<br>- допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;<br>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий;<br>- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой | Обучающийся демонстрирует:<br>- знания теоретического материала;<br>- неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;<br>- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;<br>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;<br>- умение без грубых ошибок решать | Обучающийся демонстрирует:<br>- знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;<br>- твердые знания теоретического материала.<br>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;<br>- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на | Обучающийся демонстрирует:<br>- глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;<br>- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;<br>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;<br>- логически последовательные, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| дисциплины;<br>- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности. | практические задания, которые следует выполнить. | поставленные вопросы;<br>- умение решать практические задания, которые следует выполнить;<br>- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины;<br>- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам.<br>Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах. | содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора;<br>- умение решать практические задания;<br>- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы. |
| **Оценка «неудовлетворительно» /не зачтено** | **Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»** | **Оценка «хорошо» / «зачтено»** | **Оценка «отлично» / «зачтено»** |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

| Учебники | | | Электронные издания |
|---|---|---|---|
| Наименование | Автор | Год издания | |
| Основная | | | |
| Введение в физику твердого тела | Китель Ч. | 1978, 2006 | |
| Физика твердого тела в двух томах | Акшфорт Н., Мермин Н | 1979 | |
| Физика твердого тела | Епифанов Г. | 1989 | |
| Физика полупроводников | Киреев П.С. | 1975 | |
| Дополнительная | | | |
| Физика твердого тела | Павлов П.В.<br>Хохлов А.Ф. | 2000 | |
| Внутреннее трение в металлах | Постников В.С. | 1974 | |
| Физика диэлектрических материалов | Тареев Б.М. | 1982 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Микротвердость металлов | Глазов В.М.<br>Вигдарович В.Н. | 1962 | |
| Учебно-методические пособия | | | |
| Практикум по физике твердого тела | Пашаев Б.П.<br>Амирханов Д.Х. | 1969 | |
| Физика твердого тела. Физический практикум. | Хохлов А.Ф. | 2003 | |
| Методические указания к лабораторным работам | | | |

**электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:**

– eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: http://www.elibrary.ru.

– База данных «ЭБС elibrary»: http://elibrary.ru

– Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://biblio-online.ru.

- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://www.biblioclub.ru.

– Справочная правовая система КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/.

– Информационно-правовой портал «Гарант». – URL: http://www.garant.ru/.

**РЕСУРСЫ INTERNET ПО ФИЗИКЕ**

## 10.Материально-техническое оснащение дисциплины:

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Библиотека, в том числе читальный зал: столы , стулья, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security

**Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

| № п/п | Наименование | № договора (лицензия) |
|---|---|---|
| 1. | Windows 7 Professional | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г. |
| 2. | Office Standard 2016 | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г. |
| 3. | Антивирусное программное обеспечение KasperksyTotalSecurity | №17E0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2018 до 14.03.2019 г, продлена до 2021 г. |
| 4. | Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний» | Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно) |
| 5. | CiscoWebex- Система проведения вебинаров. | ООО Айстекдоговор № Д83-2020 от 10.08.2020-10.08.2021 г. |

## 11. Лист обновления/ актуализации

Программа актуализирована: пересмотрена, дополнена.

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры физики конденсированного состояния

Протокол заседания кафедры от 30.06 2020 г. № 9.