

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Электронные свойства неравновесных материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Физика конденсированного состояния

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

39

часов на контроль

54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	39	39	39	39
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дфмн, профессор, Мухин Сергей Иванович*

Рабочая программа

**Электронные свойства неравновесных материалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02-МФ3-22-1.plx Физика конденсированного состояния, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Физика конденсированного состояния, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра теоретической физики и квантовых технологий**

Протокол от 22.06.2021 г., №11/21

Руководитель подразделения Мухин Сергей Иванович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также усвоение студентами знаний, необходимых для самостоятельного использования современной научной литературы в области квантовой физики металлов, в частности, энергетической зонной структуры, кинетических и магнитных свойств, физики квантовых явлений в сильных магнитных полях, сверхпроводимости и джозефсоновки, микроконтактной спектроскопии.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- научить вычислять в простейших случаях электронные характеристики твердых тел;
1.4	- научить теоретически оценивать электронные характеристики металлов;
1.5	- научить объяснять зависимости электронных свойств от внешних параметров (температура, внешние электромагнитные поля, концентрация атомов примеси и др.);
1.6	- научить связывать теоретические представления о механизмах явлений с экспериментальными данными.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Динамика решетки и электрон-фононное взаимодействие в твердых телах	
2.1.2	Дифракционные и спектроскопические методы исследования твердых тел	
2.1.3	Информационно-аналитические системы в материаловедении	
2.1.4	Неравновесные конденсированные системы (II)	
2.1.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Научно-исследовательская практика	
2.1.6	Системы накопления и хранения электрической энергии	
2.1.7	Физика магнитных явлений. Часть 1. Основы магнетизма	
2.1.8	Физика магнитных явлений. Часть 2. Магнетизм веществ	
2.1.9	Физические методы исследований	
2.1.10	Экспериментальные методы физики твердого тела	
2.1.11	Атомно-кристаллическая структура твердых фаз	
2.1.12	Компьютерное моделирование в физическом материаловедении	
2.1.13	Магнитные материалы	
2.1.14	Методы теории электронной структуры твердых тел	
2.1.15	Неравновесные конденсированные системы (I)	
2.1.16	Специальный физический практикум	
2.1.17	Фазовое равновесие в многокомпонентных системах	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Научно-педагогическая практика	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 Основные современные направления и методы исследований по электронной теории металлов.
ПК-1-32 Концепцию квази-частиц и основы теории ферми-жидкости Ландау для описания свойств нормальных металлов.
<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-33 Основы метода функций Грина и их применений для предсказания и интерпретации экспериментов связанных с рассеянием фотонов, нейтронов, мюонов и измерением вольтамперных характеристик туннельных микроконтактов.
ОПК-1-31 Концепцию спонтанного нарушения симметрии и бозе-конденсации куперовских пар в рамках теории Бардина,

Купера и Шриффера, применяемую для описания явления сверхпроводимости.
ОПК-1-32 Систему уравнений теории Гинзбурга и Ландау для феноменологического описания кинетических и термодинамических свойств сверхпроводников.
<b>ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У2 Теоретически оценивать электронные характеристики металлов в нормальном и сверхпроводящем состояниях;
ПК-1-У1 Вычислять в простейших случаях электронные характеристики твердых тел;
<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У2 анализировать физическую картину в представлении квази-частиц в теории ферми-жидкости Ландау для нормального металла;
ОПК-1-У1 Объяснять зависимости электронных свойств металлов от внешних параметров (температура, внешние электромагнитные поля, концентрация атомов примеси и др.).
ОПК-1-У4 Анализировать физическую картину в представлении куперовских пар и квази-частиц в теории ферми-жидкости Ландау для сверхпроводящего металла;
ОПК-1-У3 Решать конкретные задачи по вычислению кинетических коэффициентов металла в рамках теории ферми-жидкости Ландау;
<b>ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Связывать теоретические представления с экспериментальными данными.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Электрон в кристаллической решетке</b>							
1.1	Квантовая теория как основа описания физических свойств металлов: успехи и неудачи теорий Друде и Зоммерфельда. Сравнение теории с экспериментом /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.2	Теорема Блоха о движении электрона в пространственно-периодическом потенциале кристалла. Энергетические спектры металлов и диэлектриков /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.3	Концепция ферми-жидкости Ландау. Теорема Латтинжера как обобщение теории Блоха для взаимодействующих электронов в твердых телах. Поверхность Ферми в металле. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			

1.4	Общий вид кинетического уравнения. Решение кинетического уравнения для изотропного металла в приближении упругих столкновений. Электро- и теплопроводность. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.5	Кинетическое уравнение в магнитном поле. Термоэлектрические и термомагнитные явления в металлах. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.6	Процессы рассеяния электронов. Основные механизмы рассеяния электронов в металлах: температурные зависимости времен релаксации и кинетических коэффициентов. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
1.7	Электронный спектр одномерной цепочки (дираковская гребенка)- точное решение и решение в приближении слабой связи. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3.1 1 Э1			
1.8	Вычисление компонент тензора проводимости в эффекте Холла для двумерного электронного газа, квазиклассический предел. /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3.1 1 Э1			
<b>Раздел 2. Квантовые осцилляции в металлах</b>								
2.1	Квантование энергии электрона в постоянном магнитном поле: уровни Ландау. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау. Магнитная восприимчивость металлов. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3.1 1 Э1			
2.2	Квантовые осцилляции намагниченности металла в магнитном поле: эффект де Гааза и ван Альфена. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3.1 1 Э1			
2.3	Квантовые осцилляции проводимости и теплопроводности металла в магнитном поле: эффект Шубникова и де Гааза. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3.1 1 Э1			

2.4	Квантовый эффект Холла (целочисленный) в квазидвумерном электронном газе. Международный стандарт электросопротивления. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
2.5	Вычисление термо-эдс термопары, эффект Пельтье в контакте двух проволок из разных металлов. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
<b>Раздел 3. Сверхпроводящие свойства металлов</b>								
3.1	Основные свойства сверхпроводящего состояния. Термодинамика сверхпроводников. Промежуточное состояние. Теория Лондонов. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.2	Основные идеи микроскопической теории сверхпроводимости. Критерий сверхтекучести. Фононное притяжение. Куперовское спаривание. Механизм Литтла высокотемпературной сверхпроводимости в квазидвумерных молекулярных цепочках. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.3	Теория Гинзбурга и Ландау. Квантование магнитного потока. Поверхностная энергия. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Два рода сверхпроводников. Смешанное состояние. Вихревая решетка Абрикосова. Поверхностная сверхпроводимость. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.5	Диамагнитный момент сверхпроводящего шара радиуса меньшего глубины проникновения магнитного поля в сверхпроводник во внешнем магнитном поле. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			

3.6	Туннельный контакт. Стационарный эффект Джозефсона. Нестационарный эффект Джозефсона. Международный стандарт вольта. /Лек/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК- 1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
3.7	Решение уравнений Гинзбурга-Ландау для тонкой сверхпроводящей пленки в параллельном ее поверхности внешнем магнитном поле. Критическое поле $H_c$ тонкой пленки. Критическое поле $H_c$ тонкой проволоки. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК -1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
<b>Раздел 4. Метод функций Грина для описания спектральных и магнитных свойств металлов</b>								
4.1	Теоретические основы измерений электронных спектров металлов методом микроконтактной спектроскопии. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ПК- 1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.2	Связь функции Грина электрона с вольт-амперной характеристикой электрического микроконтакта. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК -1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.3	Связь функции Грина электрона с сечением магнитного рассеяния нейтронов в металле. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК -1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
4.4	Прецессия спина в магнитном поле. Магнитный резонанс и измерение обменных полей в магнетиках методом рассеяния мюонов. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК -1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-В1	Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			
<b>Раздел 5. Контрольная работа</b>								

5.1	Контрольная работа по разделам 1-4 /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК -1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			P1
	<b>Раздел 6. Самостоятельная работа</b>							
6.1	Освоение учебных материалов по разделам 1-4. /Ср/	3	39	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК -1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1 -У2 ПК-1-В1	Л1.1 Л2.2Л2.1Л3. 1 Э1			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У4;ПК-1-31;ПК-1-32;ОПК-1-У3;ОПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-У2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движение электрона в периодическом потенциале. Теорема Блоха.</li> <li>2. Приближения слабой и сильной связи для расчета энергетических спектров металлов.</li> <li>3. Термоэлектронные явления в металле. Закон Видемана-Франца.</li> <li>4. Эффект Пельтье. Термо-э.д.с.</li> <li>5. Металл в высокочастотном электромагнитном поле. Нормальный скин-эффект.</li> <li>6. Аномальный скин-эффект. Концепция неэффективности.</li> <li>7. Диамагнетизм Ландау и парамагнетизм Паули идеального ферми-газа.</li> <li>8. Уровни Ландау. Спектр энергии электрона в магнитном поле.</li> <li>9. Теория Гинзбурга-Ландау фазового перехода II-го рода. Температурная зависимость параметра порядка вблизи фазового перехода II-го рода.</li> <li>10. Пределы применимости теории Гинзбурга-Ландау, критерий Гинзбурга-Леванюка.</li> <li>11. Роль кулоновского взаимодействия и квантовая природа магнетизма в твердых телах.</li> <li>12. Ферромагнитный переход. Метод самосогласованного поля Вейсса.</li> <li>13. Критерий сверхтекучести Ландау.</li> <li>14. Теория сверхпроводимости Лондонов.</li> <li>15. Квантование магнитного потока пронизывающего толстое сверхпроводящее кольцо.</li> <li>16. Основные свойства сверхпроводников. Термодинамика сверхпроводников (скачок теплоемкости при температуре сверхпроводящего перехода).</li> <li>17. Фононное притяжение между электронами в металле.</li> <li>18. Образование куперовской пары. Энергия связи куперовской пары.</li> <li>19. Энергетический спектр квазичастиц в сверхпроводнике по теории БКШ.</li> <li>20. Основные уравнения теории Гинзбурга-Ландау.</li> <li>21. Поверхностная энергия на границе нормальной и сверхпроводящей фаз в теории Гинзбурга-Ландау.</li> <li>22. Корреляционная длина и поверхностная энергия. Два рода сверхпроводников.</li> <li>23. Смешанное состояние сверхпроводников II-го рода в магнитном поле.</li> <li>24. Магнитные свойства сверхпроводников II-го рода: поля <math>H_{c1}</math> и <math>H_{c2}</math>.</li> <li>25. Абрикосовские вихри. Представление о вихревой решетке Абрикосова.</li> <li>26. Туннельный эффект в металлах. Одночастичный ток через туннельный контакт двух нормальных металлов (качественное описание).</li> <li>27. Эффект Джозефсона: сверхпроводящий ток протекающий через контакт двух сверхпроводников. Зависимость от разности фаз.</li> <li>28. Эффект Джозефсона: зависимость тока от потока магнитного поля через контакт.</li> <li>29. Практическое применение эффекта Джозефсона. СКВИД (качественное описание).</li> </ol>
-----	---------	--	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	Контрольная работа	ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ПК-1-31;ОПК-1-У4;ОПК-1-У1;ПК-1-32;ОПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	<p>Пример задач для контрольной работы:</p> <p>Задача 1 В германии при <math>T=300</math> К наблюдается подвижность электронов <math>\mu=4800</math> . Каково время релаксации импульса и дрейфовая скорость в поле <math>E=1</math>В/см? Учесть, что в германии <math>m^* = 0.1 m</math>.</p> <p>Задача 2 Два стержня из разных металлов, обладающих электронной и дырочной проводимостью, образуют контакт. Место контакта охлаждается жидким азотом (77 К), свободные концы находятся при комнатной температуре. Каковы величина и знак термо -э.д.с. между свободными концами?</p> <p>Задача 3 Критическая температура сверхпроводящего олова в нулевом магнитном поле равна 3.7К, а критическое поле при 0К равно 306 эрстед. Найти в сверхпроводящем состоянии приближенное значение максимального тока, протекающего в оловянной проволоке диаметром 0.1см при 2К. Определить диаметр проволоки, при котором по ней может протекать ток в 100А без перехода олова в нормальное состояние.</p> <p>Задача 4 Известно, что для массивного образца сверхпроводника 1-го рода критическое поле равно 500 эрстед. Найдено, что для пленки толщиной см критическое поле равно 550 эрстед. Какой будет величина критического поля для образца толщиной см? Предположить, что глубина проникновения не зависит от магнитного поля. Эффектами размагничивания пренебречь.</p>
----	--------------------	--	--

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Пример структуры экзаменационного билета:

1. Фундаментальный теоретический вопрос по нормальным свойствам металлов (Разделы 1,2,4)
2. Фундаментальный теоретический вопрос по сверхпроводящим свойствам металлов (Раздел 3).

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка	Критерии оценивания на экзамене
5	«Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер
4	«Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера
3	«Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей
	Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности
2	«Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

Оценивание решения задач контрольной работы

Оценка	Критерии оценивания
5	«Отлично» Обучающийся выполняет полное и аргументированное решение задачи
4	«Хорошо» Обучающийся выполняет полное решение задачи, но не может аргументировать свое решение
3	«Удовлетворительно» Обучающийся в целом правильно решает задачу, но не может аргументировать свое решение
	Обучающийся правильно понимает способ решения задачи, но допускает ошибки при решении задачи

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Абрикосов А. А.	Основы теории металлов: Для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1987
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Левич В. Г.	Т. 1: Теория электромагнитного поля. Теория относительности. Статистическая физика. Электромагнитные процессы в веществе	Библиотека МИСиС	, 1969
Л2.2	Левич В. Г., Вдовин Ю. А., Мямлин В. А., Левич В. Г.	Т. 2: Квантовая механика. Квантовая статистика и физическая кинетика	Библиотека МИСиС	, 1971
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Векилов Ю. Х., Иванов И. А., Матвеева Ю. Л., др., Мухин С. И.	Электронная теория металлов: сб. задач	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	03.04.02 Электронная теория металлов/Electron theory of metals (на англ. языке) Доступ для студентов проходящих обучение по курсу. Размещен в LMS CANVAS:  <a href="https://lms.misis.ru/courses/6510">https://lms.misis.ru/courses/6510</a>		<a href="https://lms.misis.ru/courses/6510">https://lms.misis.ru/courses/6510</a>	
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.2	Microsoft Office			
П.3	LMS Canvas			
П.4	Python			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:			
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):			
И.4	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>			
И.6	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И.7	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>			
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>				
	Ауд.	Назначение	Оснащение	
Любой корпус	Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест	
Любой корпус	Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест	
Читальный зал №3 (Б)			комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.	

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает углубленное изучение разделов и тем дисциплины, основных и дополнительных источников учебной и научной литературы, подготовку докладов, выполнение курсовых работ.

Материалы докладов, курсовых работ в дальнейшем могут быть использованы при выполнении студенческих научных исследований и стать основой для подготовки выступлений на студенческих научно-практических конференциях, участия в конкурсах.

Самостоятельная работа направлена на поиск учебной и научной информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, на выработку умений и навыков рациональной организации своей деятельности.

Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку лекционных материалов (конспекты, презентации) и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;
- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;
- подготовка к практическим, семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.