

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 16.11.2023 17:23:49

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Физика наноразмерных материалов и структур

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	17	34	17
Лабораторные	17		17	
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	34	68	34
Контактная работа	68	34	68	34
Сам. работа	40	38	40	38
Итого	108	72	108	72

Программу составил(и):

доц., Подгорная Светлана Владимировна

Рабочая программа

### **Физика наноразмерных материалов и структур**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели освоения дисциплины - научить анализировать и применять законы физики конденсированного состояния к реальным телам. Научить устанавливать связь физических свойств материалов с типом межатомных взаимодействий в них и их структурой. Научить использовать эти связи для прогнозирования механических и физико-химических свойств
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	1. Научить использовать полученные знания для прогнозирования и анализа влияния изменений термодинамических параметров (давление, температура) и параметров межатомного взаимодействия на физические свойства твердых и жидких тел
1.4	2. Научить экспериментальным и теоретическим методам анализа структуры конденсированных тел и устанавливать связи структуры с физическими свойствами;
1.5	3. Научить обосновывать и выбирать типы твердых и жидких тел для применения при решении конкретных научно-технических задач.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		2.1.2
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Академическое письмо	
2.1.2	Иностранный язык	
2.1.3	История и философия науки	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Аналитическая химия	
2.2.2	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	
2.2.3	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	
2.2.4	Геотехнология, горные машины	
2.2.5	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр	
2.2.6	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр	
2.2.7	Литейное производство	
2.2.8	Материаловедение	
2.2.9	Материаловедение	
2.2.10	Материаловедение	
2.2.11	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.12	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.13	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.14	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.15	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.16	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.17	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.18	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.19	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.20	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.21	Обогащение полезных ископаемых	
2.2.22	Обработка металлов давлением	
2.2.23	Порошковая металлургия и композиционные материалы	
2.2.24	Порошковая металлургия и композиционные материалы	
2.2.25	Теоретические основы проектирования горнотехнических систем	
2.2.26	Технологии и машины обработки давлением	
2.2.27	Технологии и машины обработки давлением	
2.2.28	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.29	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.30	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.31	Технология электрохимических процессов и защита от коррозии	
2.2.32	Физика конденсированного состояния	



<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Знать:</b>
А-2-31 критерии выбора методов и методик исследований
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Знать:</b>
А-3-31 методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Знать:</b>
А-1-31 методы проведения научного поиска
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Уметь:</b>
А-3-У1 выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок в области физики
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Уметь:</b>
А-1-У1 проводить научный поиск
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Уметь:</b>
А-2-У1 критически анализировать результаты, делать выводы
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Владеть:</b>
А-3-В2 навыком выполнения оценки и обработки результатов исследования
А-3-В1 навыком выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок в области физики

#### 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. Законы теплового излучения</b>							
1.1	Общая информация, предмет курса. Предпосылки возникновения квантовой теории. Законы теплового излучения: классические законы и уравнение Планка. /Лек/	6	1	А-1-31 А-1-У1 А-2-31 А-2-У1 А-3-31 А-3-У1 А-3-В1 А-3-В2	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.2	Тепловое излучение и его характеристики. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса /Пр/	6	1	А-1-31 А-1-У1 А-2-31 А-2-У1 А-3-31 А-3-У1 А-3-В1 А-3-В2	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			

1.3	работа с лекционным материалом, поиск и обзор научной и учебной литературы, написание доклада, выполнение индивидуальных и групповых заданий; освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения; подготовка к практическим занятиям; подготовка к экзамену. /Ср/	6	13	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.4	Законы фотоэффекта. Фотонная теория света. Масса, энергия и импульс фотона. /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.5	Вывод классических законов из формулы Планка. Определение работы выхода электрона. Методы определения постоянной Планка /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.6	работа с лекционным материалом, поиск и обзор научной и учебной литературы, написание доклада, выполнение индивидуальных и групповых заданий; освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения; подготовка к практическим занятиям; подготовка к экзамену. /Ср/	6	5	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.7	Определение характеристик фотона и расчет взаимодействия фотона с электроном /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.8	Эффект Комптона и его элементарная теория. Тормозное рентгеновское излучение. Давление света. Волны де Бройля. /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.9	Контрольная работа на тему «Тепловое излучение и его характеристики» /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	
	<b>Раздел 2. Основы квантовой теории строения атома</b>							
2.1	Агрегатные состояния вещества, конденсированные состояния. Трудности обоснования устойчивости атомов в рамках классической физики. /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			

2.2	Расчеты положений спектральных линий /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
2.3	Модели атома Томсона и Резерфорда /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
2.4	Расчеты энергетических уровней электронов в атоме водорода, взаимодействия электронов на орбитах с излучением /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
2.5	Спектр излучения атома водорода. /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			P1
2.6	работа с лекционным материалом, поиск и обзор научной и учебной литературы, написание доклада, выполнение индивидуальных и групповых заданий; освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения; подготовка к практическим занятиям; подготовка к экзамену. /Ср/	6	5	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
2.7	Постулаты Бора. Модель атома водорода. Электронная структура и таблица химических элементов. /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3. Типы связи в кристаллах</b>							
3.1	Причины образования связей между атомами. Оценки энергии и силы взаимодействия /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.2	Оценки энергии связи из термодинамических данных. /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.3	Ионные кристаллы. Постоянная Маделунга. /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.4	Расчет энергии решетки ионного кристалла. Оценка постоянной Маделунга /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			



3.5	работа с лекционным материалом, поиск и обзор научной и учебной литературы, написание доклада, выполнение индивидуальных и групповых заданий; освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения; подготовка к практическим занятиям; подготовка к экзамену. /Ср/	6	5	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.6	Ковалентные кристаллы, обменные взаимодействия. Металлическая связь, электронная плотность. Молекулярные кристаллы, дисперсионные взаимодействия /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.7	Расчет параметров потенциала межатомного взаимодействия /Пр/	6	2	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.8	Физические свойства, обусловленные силой межатомного взаимодействия /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.9	Расчет сжимаемости из потенциала взаимодействия /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			P2
3.10	работа с лекционным материалом, поиск и обзор научной и учебной литературы, написание доклада, выполнение индивидуальных и групповых заданий; освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения; подготовка к практическим занятиям; подготовка к экзамену. /Ср/	6	5	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 4. Электроны в металлах</b>							
4.1	Электроны в кристаллах, распределение Ферми-Дирака. /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.2	Расчет плотности энергетических состояний в металлах /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.3	Электронные энергетические зоны в различных приближениях /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.4	Расчет эффективной массы электрона /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			

4.5	Теплоемкость электронов в металлах /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.6	Оценка электропроводности и теплопроводности металлов /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.7	Электропроводность и теплопроводность металлов /Лек/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.8	Контрольная работа на тему «Электроны в металлах» /Пр/	6	1	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	
<b>Раздел 5. Теории жидкого состояния</b>								
5.1	Изменения свойств вещества при плавлении. Теории жидкого состояния. Распределение атомов в жидкости. Понятие о функции радиального распределения атомов /Лек/	6	2	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
5.2	Функция радиального распределения атомов жидкого тела. Расчеты свойств /Пр/	6	2	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
5.3	работа с лекционным материалом, освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения; подготовка к практическим занятиям; подготовка к экзамену. /Ср/	6	5	A-1-31 A-1-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-3-31 A-3-Y1 A-3-B1 A-3-B2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2			

### 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
КМ1	Контрольная работа «Тепловое излучение и его характеристики»	A-3-31;A-3-Y1;A-3-B1;A-3-B2;A-2-31;A-2-Y1;A-1-31;A-1-Y1	Контрольная работа «Тепловое излучение и его характеристики» - Медный шарик диаметра $d = 1,2$ см поместили в откачанный сосуд, температура стенок которого поддерживается близкой к абсолютному нулю. Начальная температура шарика $T_0 = 300$ К. Считая поверхность шарика абсолютно черной, найти, через сколько времени его температура уменьшится в $\eta = 2,0$ раза  - Энергетическая светимость абсолютно черного тела $M_\lambda = 3,0$ Вт/см <sup>2</sup> . Определить длину волны, отвечающую максимуму испускательной способности этого тела.
КМ2	Контрольная работа «Электроны в металлах»	A-3-31;A-3-Y1;A-3-B1;A-3-B2;A-2-31;A-2-Y1;A-1-31;A-1-Y1	Контрольная работа «Электроны в металлах» Вычислить плотность состояний вблизи уровня Ферми при 0 К для 1 м <sup>3</sup> Na? Вычислите эту же величину для одного моля Na. Почему эти величины отличаются друг от друга?  - Рассчитать линейную скорость электронов на уровне Ферми Na при 0 К. Вычислить длину волны де Бройля этих электронов

<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Расчетно-графические задания к теме «Законы фотоэффекта»	A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-3-B2;A-2-31;A-2-У1;A-1-31;A-1-У1	Расчетно-графические задания к теме «Законы фотоэффекта» - Определить постоянную Планка из экспериментальных данных об энергии электронов в результате фотоэлектронной эмиссии
P2	Расчетно-графические задания к теме «Типы связи в кристаллах»	A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-3-B2;A-2-31;A-2-У1;A-1-31;A-1-У1	К теме «Типы связи в кристаллах» -Определить постоянную Маделунга для структуры КСl методом Эвьена по трем электронейтральным группам атомов. Сделать необходимые геометрические построения

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

Теоретические вопросы:

- Формула Планка. Вывод из формулы Планка классических законов излучения АЧТ
- Спектр излучения атома водорода. Формула Бальмера
- Модель атома Бора. Энергия электрона на орбите атома
- Основные типы связей атомов в кристалле
- Энергия Ферми. Средняя кинетическая энергия электронов

Задачи:

Принимая коэффициент теплового излучения угля при температуре  $T = 600$  К равным 0,8, определить: 1) энергетическую светимость  $Re$  угля; 2) энергию  $E$ , излучаемую с поверхности угля с площадью  $S = 5$  см<sup>2</sup> за время  $t = 10$  мин.

Вычислить частоты  $f_1$  и  $f_2$  вращения электрона в атоме водорода на второй и третьей орбитах. Сравнить эти частоты с частотой  $\nu$  излучения при переходе электрона с третьей на вторую орбиту

Величина модуля всестороннего сжатия для NaCl составляет  $B = 2.4 \cdot 10^{11}$  дин/см<sup>2</sup>, а расстояние между ионами в положении равновесия равно  $a = 2.82$  Å. Пренебрегая температурной зависимостью величин, оценить параметры потенциала отталкивания ( $\beta$ ,  $\gamma$ ), если энергия взаимодействия иона с другими ионами кристалла аппроксимируется выражением

где  $A = 1.7476$  — постоянная Маделунга.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Ашкрофт Н., Мермин Н.	Физика твердого тела	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1979

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ашкрофт Н., Мермин Н.	Физика твердого тела	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1978

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: учеб. руководство	Библиотека МИСиС	М.: МедиаСтар, 2006
ЛЗ.2	Векилов Юрий Хоренович, Кузьмин Юрий Михайлович, Мухин Сергей Иванович, Муковский Яков Моисеевич, Векилов Юрий Хоренович	Курс теоретической физики в задачах и упражнениях: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Физика металлов' и 'Металловедение и терм. обраб. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	- Федеральный портал «Российское образование»	<a href="http://edu.ru">http://edu.ru</a> ;
Э2	- Открытое образование	<a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>
Э3	- Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Консультант Плюс
П.2	Garant.ru
П.3	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsvL MVL PerUsr и PerUsr
П.4	ESET NOD32 Antivirus
П.5	Win Pro 10 32-bit/64-bit

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.2	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.3	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.4	

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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 направлена на углубленное изучение тем дисциплины и предполагает изучение основных и дополнительных источников учебной и научной литературы, подготовку докладов, рефератов, эссе, выполнение курсовых работ и проектов. Материалы докладов, курсовых работ (проектов) в дальнейшем могут быть использованы при выполнении студенческих научных исследований и стать основой для выступления на студенческих научно-практических конференциях, конкурсах студенческих работ.