

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

СТРУКТУРА И ПРОЦЕССЫ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Структура и процессы в твердых телах	Код модуля 1118746
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП1 Физика кинетических явлений
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Никифоров Анатолий Елеферьевич	доктор физ.-мат. наук, профессор	Профессор	компьютер ной физики	

Руководитель модуля

А.Н. Бабушкин

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Структура и процессы в твердых телах

1.1. Объем модуля, з.е. – 9 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

В модуле излагаются представления о структуре твердых тел, пространственной симметрии, физических свойствах твердых тел и методах исследования кристаллов и нанобъектов. Особое внимание уделено методам сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии и использованию этих методов в физике.

Модуль входит в ТОП1 «Физика кинетических явлений».

Модуль способствует формированию общих результатов обучения:

РО-О1 «Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность»

РО-О2 «Способность осуществлять научно-инновационную деятельность»

РО-ТОП1 «Способность осуществлять научные исследования процессов переноса и релаксации в материальных средах.»

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВС) «Введение в физику твердого тела»	6	9	42		51	17	3, 4	72	2
2.	(ВС) «Введение в электронную микроскопию»	7	9	42		51	17	3,4	72	2
3.	(ВС) «Фазовые переходы при высоких давлениях»	8	8	40		48	20	3,4	72	2
4.	(ВС) «Физика диэлектриков»	7	9	42		51	39	Э, 18	108	3
Всего на освоение модуля										9

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	«Введение в физику твердого тела» «Введение в электронную микроскопию»
3.2.	Кореквизиты	«Физика диэлектриков»,

		«Фазовые переходы при высоких давлениях»
--	--	--

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
03.03.0 2/01.02	РО-О1 «Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность»	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей; ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
	РО-О2 «Способность осуществлять научно-инновационную деятельность»	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований; ПК4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин; ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;
	РО-ТОП 1 Физика кинетических явлений «Способность осуществлять научные исследования процессов переноса и релаксации в материальных средах»	ДПК2 - способность применять на практике теоретические знания и экспериментальные методы физических исследований в области физики и техники низкотемпературного эксперимента, физики неравновесных процессов в газе, жидкости и твердом теле; ДПК3 - способность применять резонансные методы (метод электронного парамагнитного резонанса, ядерного магнитного резонанса) для исследования физических свойств материалов; ДПК4 - владеть основами экспериментальных методов теплофизических и электромагнитных измерений.

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК7	ОПК2	ОПК3	ПК1	ПК3	ПК4	ПК5	ДПК2	ДПК3	ДПК4
1	(ВС) «Введение в физику твердого тела»	*	*	*	*	*	*			*	
2	(ВС) «Введение в электронную микроскопию»	*		*	*	*	*		*		*
3	(ВС) «Фазовые переходы при высоких давлениях»	*	*	*	*		*	*	*		*
4	(ВС) «Физика диэлектриков»	*	*	*	*	*	*		*		

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

Не предусмотрена

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Структура и процессы в твердых телах	Код модуля 1118746
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Пилюгин Виталий Прокофьевич	кандидат физико- математических наук	доцент	физики низких температур	
2	Бабушкин Алексей Николаевич	доктор физико- математических наук, профессор	профессор	физики низких температур	

Руководитель модуля

А.Н. Бабушкин

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Фазовые переходы при высоких давлениях

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование знаний о фазовых переходах при высоких давлениях. Дисциплина дает представление об особенностях свойств веществ при высоких пластических деформациях, основных проблемах, стоящих перед физикой высоких давлений в области физического материаловедения.

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ПК4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

ДПК2 - способность применять на практике теоретические знания и экспериментальные методы физических исследований в области физики и техники низкотемпературного эксперимента, физики неравновесных процессов в газе, жидкости и твердом теле;

ДПК4 - владеть основами экспериментальных методов теплофизических и электромагнитных измерений.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать особенности свойств веществ при высоких пластических деформациях, основные проблемы, стоящие перед физикой высоких давлений в области физического материаловедения.

Уметь ставить и решать задачи экспериментальных исследований и работать со специальной научной литературой и применять теоретические знания к интерпретации результатов экспериментальных исследований применительно к физике высоких пластических деформаций.

Владеть методами анализа экспериментальных результатов в области физического материаловедения.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения

№ п/	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная	
				8

п			работа (час.)*	
1.	Аудиторные занятия	48	51	48
2.	Лекции	8	9	8
3.	Практические занятия	40	42	40
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	20	7.20	20
6.	Промежуточная аттестация	4	0.25	3 (4)
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	55.45	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Точечные дефекты в кристаллах	Термодинамика точечных дефектов. Миграция точечных дефектов: вакансий, межузельных атомов, примесных атомов. Источники и стоки точечных дефектов. Комплексы точечных дефектов: вакансионные, комплексы собственный дефект – примесный атом. Поведение вакансий при закалке и отжиге. Методы определения концентрации вакансий, энергии их образования и миграции. Концентрация вакансий и энергия их образования. Энергия активации миграции вакансий.
2	Дислокации	Краевая дислокация. Скольжение краевой дислокации. Переползание краевой дислокации. Винтовая дислокация, её скольжение. Смешанные дислокации и их движение. Призматические дислокации. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций и методы выявления дислокаций в металлах. Энергия дислокации. Силы, действующие на дислокацию. Упругое взаимодействие параллельных краевых дислокаций. Упругое взаимодействие параллельных винтовых дислокаций. Подразделение дислокаций на полные и частичные. Энергетический критерий дислокационных реакций. Дефекты упаковки. Характерные полные (единичные) дислокации. Полные дислокации в типичных структурах металлах: ГПУ, ГЦК и ОЦК решетках. Тетраэдр дефектов упаковки.
3	Динамика дислокаций	Поперечное скольжение и переползание растянутых дислокаций. Двойникующая дислокация. Дислокация в упорядоченных сплавах. Пересечение единичных дислокаций. Пересечение краевых дислокаций. Пересечение краевых и винтовых дислокаций. Пересечение винтовых дислокаций. Движение дислокаций с порогами. Пересечение растянутых дислокаций. Взаимодействие дислокаций с примесными атомами. Атмосферы Коттрелла. Атмосферы Снука. Атмосферы Сузуки. Взаимодействие дислокаций с вакансиями

		и межузельными атомами. Происхождение дислокации. Размножение дислокации при пластической деформации. Источник Франка – Рида. Источник Бардина – Херринга. Дислокации в непрерывной упругой среде. Дислокации в кристаллической решетке. Малоугловые границы. Высокоугловые границы. Зернограничные дислокации. Сила Пайерлса. Торможение дислокации при их взаимодействии с другими дислокациями и границами зерен. Торможение дислокаций дисперсными частицами. Выгибание дислокаций между дисперсными частицами. Локальное поперечное скольжение. Перерезание дислокациями дисперсных частиц. Торможение дислокаций атомами примесей и легирующих элементов. Торможение дислокаций атмосферами Коттрелла, Сузуки и Снука. Торможение дислокаций в твердых растворах.
4	Пластическая деформация монокристаллов	Теории деформационного упрочнения. Пластическая деформация поликристаллов. Локальность деформации поликристаллов. Влияние величины зерна на пластичность и напряжение течения поликристаллов.
5	Разрушение	Феноменологическая теория хрупкого разрушения. Дислокационные модели разрушения. Переход от хрупкого разрушения к вязкому. Влияние гидростатического давления на разрушение и пластичность
6	Сверхпластичность	Использование сверхпластичности при обработке металлов давлением. Влияние условий деформации, микроструктуры и состава на сверхпластичность и основные параметры процесса.
7	Динамика фазовых переходов при высоких давлениях	Иницилируемые давлением структурные фазовые переходы. Переходы типа «Диэлектрик-полупроводник-металл». Релаксационные процессы при высоких давлениях. Метастабильные состояния. Аморфное состояние, полученное закалкой и деформацией. Новые полиморфные модификации углерода при высоких давлениях.
8	Аппараты для создания высоких давлений	Аппараты типа цилиндр-поршень. Многопуансонные аппараты. Применение наковален Бриджмена. Алмазные наковальни. Методы оценки давлений в камерах высокого давления.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы
не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
1	1-3	Точечные дефекты в кристаллах	5
2	3-5	Дислокации	5
3	6-8	Динамика дислокаций	5
4	8-10	Пластическая деформация монокристаллов	5
5	11-13	Разрушение	5
6	13-15	Сверхпластичность	5
7	16-18	Динамика фазовых переходов при высоких давлениях	5
8	18-20	Аппараты для создания высоких давлений	5

Всего: 40

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ
не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ
не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Аморфное состояние, полученное закалкой и деформацией.
2. Новые полиморфные модификации углерода, их применение в науке и технике.
3. Субмикро- и нанокристаллические материалы и сплавы, их применение.
4. Формирования микроструктуры металлов при сверхвысоких пластических деформациях.
5. Компактирование порошков
6. Интенсивные пластические деформации при сдвиге в условиях высоких гидростатических давлений.
7. Равноканальное угловое прессование, винтовая гидроэкструзия.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов
не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)
не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ
не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)
не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ
не предусмотрено

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов
Коллоквиум по разделам 1-8.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента
1-8				*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Павлов П. В. Физика твердого тела: Учеб. пособие для студентов, обуч. по спец. "Физика" / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов.— М. : Высшая школа, 1985.— 384 с. 47 экз
2. Брандт Н.Б., Чудинов С.М. Электроны и фононы в металлах : Учеб. пособие / Н. Б. Брандт, С. М. Чудинов.— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 199. — 334 с. 41 экз
3. Блейкмор Д. Физика твердого тела : Пер. с англ. / Д. Блейкмор ; Ред. пер. Д. Г. Андрианов, В. И. Фистуль .— М. : Мир, 1988.— 608 с. 16 экз
4. Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К. Физические основы пластической деформации: Учеб. пособие для вузов / П.И. Полухин, С.С. Горелик, В.К. Воронцов .— М. : Металлургия, 1982.— 584 с. 15 экз
5. Новиков И.И., Розен К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки : Учебни для вузов по специальности "Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов" / И. И. Новиков, К. М. Розин.— М. : Металлургия, 1990.— 335 с. 23 экз

9.1.2. Дополнительная литература

1. Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов ; Р.Н. Осауленко .— 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Техносфера, 2012 .— 560 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>>.
2. Жданов Г.С., Хунджуа А.Г. Лекции по физике твердого тела: Принципы строения, реальная структура, фазовые превращения / Г. С. Жданов, А. Г. Хунджуа.— Москва : МГУ, 1988.— 231 с. 23 экз
3. Ашкрофт Н. Физика твердого тела: В 2 т. Т. 1 / Н. Ашкрофт, Н. Мермин; Пер. с англ. А. С. Михайлова; Под ред. М. И. Каганова.— М. : Мир, 1979 .— 399 с. 34 экз
4. Ашкрофт Н. Физика твердого тела: В 2 т. Т. 2 / Н. Ашкрофт, Н. Мермин ; Пер. с англ. К. И. Кугеля, А. С. Михайлова ; Под ред. М. И. Каганова.— М. : Мир, 1979.— 422 с. 35 экз

9.2.Методические разработки

не используются

9.3.Программное обеспечение

Microsoft Office

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Зональная научная библиотека УрФУ lib.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Имеются аудитории, оснащенные мультимедийной техникой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещаемость лекций	8, 1-8	20
Коллоквиум	8, 1-8	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	8, 1-8	20
Подготовка реферата	8, 1-8	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
8	1

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ
НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

НТК не применяется.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы
не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Виды точечных дефектов. Термодинамика точечных дефектов. Миграция точечных дефектов и их комплексов.
2. Основные типы дислокаций, закономерности их образования, движения и взаимодействия.
3. Пластическая деформация монокристаллов. Теории деформационного упрочнения.
4. Чем различаются пластическая деформация монокристаллов и поликристаллов.
5. Разрушение. Феноменологическая теория хрупкого разрушения. Дислокационные модели разрушения. Влияние гидростатического давления на разрушение и пластичность
6. Сверхпластичность и возможности её использования при обработке металлов давлением. Параметрические условия проявления сверхпластичности.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена
не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации
не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля
не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры
не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ДИЭЛЕКТРИКОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Структура и процессы в твердых телах	Код модуля 1118746
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Никифоров Анатолий Елеферьевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Профессор	Компьют ерной физики	

Руководитель модуля

А.Н. Бабушкин

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Физика диэлектриков

1.2. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Физика диэлектриков» является разделом физики конденсированного состояния. Изучает структурные и динамические свойства идеальных и примесных диэлектрических кристаллов. *Цель дисциплины* – сформировать у студентов представление о моделях и методах описания диэлектрических материалов, в том числе активированных d- и f- элементами. Изучаются теория колебаний решетки, электрон-фононное взаимодействие, оптические спектры активированных кристаллов и их использование в твердотельных лазерах, структурные фазовые переходы, обусловленные орбитальным вырождением.

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;

ПК4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

ДПК2 - способность применять на практике теоретические знания и экспериментальные методы физических исследований в области физики и техники низкотемпературного эксперимента, физики неравновесных процессов в газе, жидкости и твердом теле.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: фундаментальные концепции и модели физики диэлектриков.

Уметь: ставить и решать типовые задачи физики диэлектрических материалов.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): демонстрировать навыки постановки и решения типовых задач физики диэлектриков, владеть анализом электронных и колебательных спектров идеальных и активированных кристаллов.

1.5. Объем дисциплины

Для очной формы обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7

1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	9	9	9
3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	39	7.65	39
6.	Промежуточная аттестация	18	2.33	Э,18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	60.98	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Физические свойства соединений переходных элементов.
2	Атом с незаполненными d-, f-оболочками.	Самосогласованное поле Хартри-Фока. Взаимодействие электронов незаполненных оболочек. Мультиплеты. Электронные и дырочные конфигурации. Релятивистские эффекты в атомном спектре. Сверхтонкое взаимодействие и спиновая плотность на ядре.
3	Эффекты кристаллического поля для соединений переходных элементов.	Электронный спектр d- и f-ионов в кристаллах. Сильное, среднее и слабое кристаллические поля. Модели, описывающие взаимодействие d- и f-электронов с кристаллом. Диаграммы Танабэ-Сугано. Высокоспиновые и низкоспиновые состояния. Оптические спектры кристаллов, активированных d- и f-элементами.
4	Динамика решетки кристалла.	Адиабатическое приближение, адиабатический потенциал, эффекты неадиабатичности. Микроскопические модели динамики решетки полупроводников и диэлектриков (оболочечная модель, модель заряда на связи). Дисперсионные кривые фононов, плотность фононных состояний, сингулярности Ван Хофа. Термодинамические свойства и фононный спектр. Модели Эйнштейна и Дебая. Связь диэлектрических свойств ионных кристаллов с полярными длинноволновыми колебаниями. Соотношение Лиддена-Сакса-Теллера. Фононная неустойчивость ангармонических кристаллов. Мягкая мода и структурные фазовые переходы. Динамика примесных кристаллов. Нецентральные примесные ионы. Влияние примеси на физические свойства кристалла
5	Электрон-колебательное взаимодействие	Адиабатический потенциал состояния с орбитальным вырождением. Эффект Яна-Теллера. Динамика системы в многоминимумном потенциале, вибранные уровни. Факторы редукции Хэма. Псевдоэффект Яна-Теллера и вибранный эффект сегнетоэлектричества. Кооперативный эффект Яна-Теллера и структурные фазовые переходы. Проявление электрон-колебательного взаимодействия в оптических спектрах. Бесфононная линия. Изотопические сдвиги линий. Вибронный

		лазер. Твердотельные лазеры (рубин, alexandrit, неодимовый лазер). Редкоземельные люминофоры (катодолюминофоры, рентгенолюминофоры). Диэлектрики Мотта-Хаббарда.
6	Магнитные свойства соединений переходных элементов	Обменное взаимодействие. Магнитные структуры. Спиновые волны в магнитоупорядоченных кристаллах. Оптический спектр магнитных диэлектриков. Ферриты. Системы с переменной валентностью. Эффекты орбитального, зарядового и спинового упорядочений. Эффект колоссального магнитосопротивления

7. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.2. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Объем модуля (зач.ед.): 9

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)															Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литература*	Курсовая работа*	Курсовой проект*				Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*
1	Физические свойства соединений переходных элементов (обзор)	16	10	2	8	6	6	2	4																		Зачет Экзамен Интегрированный экзамен по модулю Проект по модулю	
2	Атом с незаполненными d-, f-оболочками.	19	10	2	8	9	6	2	4												3	1						
3	Эффекты кристаллического поля для соединений переходных элементов	14	9	1	8	5	5	1	4																			
4	Динамика решетки кристалла.	18	9	1	8	9	5	1	4	4	1																	
5	Электронно-колебательное взаимодействие для d-, f- ионов в кристаллах	13	7	2	5	6	4	1	3													2	1					
6	Магнитные свойства соединений переходных элементов	10	6	1	5	4	4	1	3																			
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	90	51	9	42	0	39	30	8	22	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0
	Всего по дисциплине (час.):	108	241			57																В т.ч. промежуточная аттестация	0	18	0	0		

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.3. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.4. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
1	1-2	Кулоновское и обменное взаимодействия, параметры Слетера, мультиплеты	4
1	3-4	Эффекты кристаллического поля для соединений переходных элементов	4
2	5-8	Адиабатическое приближение, плотность фононных состояний	8
3	9-12	Адиабатические потенциалы для вырожденных состояний, эффект Яна-Теллера. Факторы редукции Хэма, структурные фазовые переходы в соединениях d-и f-элементов	8
4	13-16	Электронные системы с сильной корреляцией, орбитальное и спиновое упорядочения	8
5	17-19	Обменное взаимодействие, магнитная структура, спиновые волны, двойной обмен, ВТСП и КМС эффекты,	5
6	19-21	Твердотельные лазерные системы, детекторы излучений, магнитные диэлектрики для СВЧ электроники	5

Всего: 42

4.4. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.5. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа. Вопросы:

1. Вариационным методом оценить потенциалы ионизации атома гелия.
2. Оценить параметры Слетера и константу спин-орбитальной связи атома Ge, используя результаты оптических измерений.
3. Найти отношение величин параметров кристаллического поля Dq для координационных чисел $Z=4,6,8$.
4. Описать оптический спектр Ni^{2+} в MgO , используя диаграмму Танабе-Сугано.
5. Найти температурную зависимость C_v при низких температурах, если закон дисперсии возбуждений $\omega = tq^v$ (ω -частота, q -волновой вектор).
6. Рассчитать вибронный спектр $E \times e$ -задачи.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4.3.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.9. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.10. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

- 1.Строение атомов переходных металлов и их ионов.
- 2.Электронно-колебательные свойства кристаллов.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

9. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
1-6				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Матухин, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/262>.
2. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2023>.
3. Горелик, С.С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков [Электронный ресурс] : учеб. / С.С. Горелик, М.Я. Дашевский. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2003. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1816>.

9.1.2.Дополнительная литература

4. Аплеснин, С.С. Магнитные и электрические свойства сильнокоррелированных магнитных полупроводников с четырехспиновым взаимодействием и с орбитальным

упорядочением [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2013. — 169 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48300>.

5. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М., Наука, 1988.

6. Рез И.С., Поплавко Ю.М. Диэлектрики. Основные свойства и применения в электронике. М., Радио и связь, 1989.

9.2.Методические разработки

не используются

9.3.Программное обеспечение

Пакет MathCAD

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Зональная научная библиотека УрФУ lib.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Имеются аудитории, оснащенные мультимедийной техникой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещаемость лекций</i>	<i>7, 1-17</i>	<i>30</i>
<i>Мини- опрос по темам лекций</i>	<i>7, 1-17</i>	<i>30</i>
<i>Выполнение контрольных работ</i>	<i>7,4, 14</i>	<i>40</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	<i>7, 1-17</i>	<i>60</i>
<i>Выполнение домашней работы</i>	<i>7, 3-15</i>	<i>40</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
<i>7</i>	<i>1</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует

	решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

НТК не применяется.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

В соответствии с тематикой занятий

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Физические свойства соединений переходных элементов.
2. Самосогласованное поле Хартри-Фока. Взаимодействие электронов незаполненных оболочек. Мультиплеты. Электронные и дырочные конфигурации. Релятивистские эффекты в атомном спектре. Сверхтонкое взаимодействие и спиновая плотность на ядре.
3. Электронный спектр d- и f-ионов в кристаллах. Сильное, среднее и слабое кристаллические поля. Модели, описывающие взаимодействие d- и f-электронов с кристаллом. Диаграммы Танабэ-Сугано. Высокоспиновые и низкоспиновые состояния. Оптические спектры кристаллов, активированных d- и f-элементами.
4. Адиабатическое приближение, адиабатический потенциал, эффекты неадиабатичности. Микроскопические модели динамики решетки полупроводников и диэлектриков (оболочечная модель, модель заряда на связи). Дисперсионные кривые фононов, плотность фононных состояний, сингулярности Ван Хофа. Термодинамические свойства и фононный спектр. Модели Эйнштейна и Дебая. Связь диэлектрических свойств ионных кристаллов с полярными длинноволновыми колебаниями. Соотношение Лиддена-Сакса-Теллера. Фононная неустойчивость ангармонических кристаллов. Мягкая мода и структурные фазовые переходы. Динамика примесных кристаллов. Нецентральные примесные ионы. Влияние примеси на физические свойства кристалла
5. Адиабатический потенциал состояния с орбитальным вырождением. Эффект Яна-Теллера. Динамика системы в многоминимумном потенциале, вибранные уровни.

Факторы редукции Хэма. Псевдоэффект Яна-Теллера и вибронная теория сегнетоэлектричества. Кооперативный эффект Яна-Теллера и структурные фазовые переходы. Проявление электрон-колебательного взаимодействия в оптических спектрах. Бесфононная линия. Изотопические сдвиги линий. Вибронный лазер. Твердотельные лазеры (рубин, alexandrite, неодимовый лазер). Редкоземельные люминофоры (катодолюминофоры, рентгенолюминофоры). Диэлектрики Мотта-Хаббарда.

6. Обменное взаимодействие. Магнитные структуры. Спиновые волны в магнитоупорядоченных кристаллах. Оптический спектр магнитных диэлектриков. Ферриты. Системы с переменной валентностью. Эффекты орбитального, зарядового и спинового упорядочений. Эффект колоссального магнитосопротивления

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННУЮ МИКРОСКОПИЮ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Структура и процессы в твердых телах	Код модуля 1118746
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Кузнецов Дмитрий Константинович	к.ф.м.н.	доцент	Кафедра физики низких температур	

Руководитель модуля

А.Н. Бабушкин

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в электронную микроскопию

1.3. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Введение в электронную микроскопию» посвящена рассмотрению основных физических процессов и явлений, лежащими в основе электронной микроскопии, основных методов сканирующей электронной микроскопии, применяемых для исследования наноматериалов и нанообъектов, ознакомлению с современными достижениями и тенденциями развития сканирующей электронной микроскопии в мире.

Целью дисциплины является развитие представлений о методах исследования нанообъектов и наноматериалов с помощью сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, а также ознакомление студентов с основными возможностями и ограничениями этих методов.

Дисциплина призвана сформировать компетенции, направленные на достижение способности самостоятельно планировать и осуществлять научно-исследовательскую работу в области химии, физики, наук о материалах, работать на современном научном оборудовании.

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;

ПК4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

ДПК2 - способность применять на практике теоретические знания и экспериментальные методы физических исследований в области физики и техники низкотемпературного эксперимента, физики неравновесных процессов в газе, жидкости и твердом теле;

ДПК4 - владеть основами экспериментальных методов теплофизических и электромагнитных измерений.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: Основные направления развития электронной и ионной микроскопии и литографии; основные физические эффекты, определяющие взаимодействие заряженных частиц с веществом, получение микроскопических изображений и наноструктурирования поверхности при помощи заряженных частиц; принципы построения, конструкции, модели оборудования для электронной и ионной микроскопии; основные принципы и режимы работы оборудования электронной микроскопии.

Уметь: применять полученные знания для постановки и решения физических и технологических задач; анализировать результаты измерений, полученных методами электронной микроскопии.

Владеть: методами анализа данных, полученных при помощи электронной микроскопии; навыками экспериментальных исследований, навыками обработки результатов измерений и

планирования эксперимента.

1.4. Объем дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	9	9	9
3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы	–	–	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	17	7.65	17
6.	Промежуточная аттестация	4	0.25	3,4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	58.90	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные положения электронной микроскопии	<p>История развития микроскопии и приборов. Предмет электронной микроскопии, сравнение с другими методами микроскопии.</p> <p>Устройство электронного микроскопа: колонна, электронные пушки, электромагнитная оптика, вакуумные системы.</p> <p>Взаимодействие электронов с веществом. Рассеяние электронов. Диффузия электронов. Нагрев и разрушение образца. Обратнотраженные и вторичные электроны. Обратнотраженные электроны от тонких пленок и объемных образцов.</p> <p>Детекторы вторичных электронов и обратнотраженных электронов. Основные типы детекторов. Спектрометры и фильтры.</p> <p>Понятия разрешение, увеличение, глубины резкости в микроскопии. Контрасты в электронной микроскопии. Запись и обработка изображений.</p> <p>Подготовка образцов для электронной микроскопии. Металлы и керамика, частицы и волокна, влажные материалы и биологические образцы. Исследование непроводящих образцов.</p>

2	Аналитические методы исследования в электронной микроскопии	<p>Рентгеновский микроанализ. Типы рентгеновского излучения. Спектрометры с дисперсией по энергиям и по длинам волн. Количественный микроанализ. Методы коррекции в рентгеновском микроанализе. Обработка данных при рентгеновском микроанализе.</p> <p>Дифракция обратно рассеянных электронов. Картина обратно рассеянных электронов. Кикучи линии. Пространственное разрешение метода дифракции обратно рассеянных электронов. Текстура и ориентация кристаллических образцов. Анализ дефектов, фаз и однородности вещества. Выделение зерен и их границ. Анализ микродеформаций и микронапряжений. Системы для анализа дифракционных картин обратно рассеянных электронов. Применение дифракции обратноотраженных электронов в материаловедении.</p> <p>Подготовка образцов для исследований с помощью рентгеновского микроанализа и дифракции электронов.</p>
3	Просвечивающая электронная микроскопия	<p>Основные составные части просвечивающего электронного микроскопа. Электронная пушка. Высоковольтный генератор и ускоритель. Линзовая система осветителя и дефлектор. Держатели образцов. Формирующая линзовая система. Камера наблюдения и камера фоторегистрации. Контрасты в просвечивающей электронной микроскопии. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия. Подготовка образцов для просвечивающей электронной микроскопии.</p>
4	Технология фокусированных ионных пучков и электронно-лучевая литография	<p>Взаимодействие ионов с веществом. Физические основы технологии фокусированных ионных пучков. Основные узлы и функциональные блоки микроскопа с ионным пучком. Наноструктурирование поверхности с помощью ионного пучка. Подготовка образцов для просвечивающей электронной микроскопии.</p> <p>Общие принципы электронно-лучевой литографии. Настройка электронно-лучевой системы. Электронные резисты и их характеристики. Основные этапы электронно-лучевой литографии. Использование электронно-лучевых сканирующих систем для изготовления наноструктур.</p>
5	Специальные техники сканирующей электронной микроскопии	<p>Современные достижения электронной микроскопии. Модели электронных микроскопов. Аналитические приставки.</p> <p>Сканирующая электронная микроскопия переменного вакуума. Рассеяние первичного пучка электронов на молекулах газа. Генерация сигнала в газе. Наблюдение образцов в парах воды. Основные конструктивные особенности микроскопов с возможностью наблюдения в переменном вакууме. Режим естественной среды. Рентгеновский микроанализ в микроскопии переменного вакуума. In-situ исследования в микроскопии переменного вакуума.</p> <p>Низковольтная сканирующая электронная микроскопия. Взаимодействие электронов низких энергий с веществом. Основные конструктивные особенности низковольтных электронных микроскопов. Получение изображений при</p>

		<p>низких вольтах. Рентгеновский микроанализ в низковольтной микроскопии.</p> <p>Криоэлектронная микроскопия. Основные конструктивные особенности криоэлектронного микроскопа. Получение изображений в криоэлектронной микроскопии. Подготовка образцов.</p> <p>Корреляционная микроскопия. Основные виды корреляционной микроскопии. In-situ исследования с помощью корреляционной микроскопии.</p> <p>Сканирующая Оже-электронная микроскопия. Генерация Оже электронов. Основные конструктивные особенности Оже микроскопа. Требования к вакуумной системе. Пространственное разрешение. Формирование изображения. Интерпретация изображения, полученного в Оже электронах. Количественный анализ в Оже микроскопии.</p> <p>Применение специальных техник сканирующей электронной микроскопии для исследования в материаловедении, нано- и биотехнологиях. Преимущества использования электронной микроскопии при исследовании биологических объектов. Подготовка биологических образцов. Химическая фиксация образцов. Обезвоживание образцов. Подготовка ультратонких срезов.</p>
--	--	--

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Очная форма обучения

Объем модуля (зач.ед.): 9
Объем дисциплины (зач.ед.): 2

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Аудиторные занятия (час.)						Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
		Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)									Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)					
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод и иностр. литература*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю			
1	Основные положения электронной микроскопии	3,6	3	3			0,6	0,6	0,6	0																							
2	Аналитические методы исследования в электронной микроскопии	5,9	5	2	3		0,9	0,9	0,4	0,5																							
3	Просвечивающая электронная микроскопия	16,4	12	2	10		4,4	2,4	0,4	2			2	1																			
4	Технология фокусированных ионных пучков и электронно-лучевая литография	9,4	8	2	6		1,4	1,4	0,4	1																							
5	Специальные техники сканирующей электронной микроскопии	32,7	23	0	23		9,7	7,7	0	7,7			2	1																			
	Всего (час.) , без учета промежуточной аттестации:	68	51	9	42	0	17	13	1,8	11,2	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Всего по дисциплине (час.):	72	51				21	В т.ч. промежуточная аттестация																			4	0	0	0			

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
2	1	Обработка данных при рентгеновском микроанализе.	1
2	1-2	Подготовка образцов для исследований с помощью рентгеновского микроанализа и дифракции электронов.	2
3	2-5	Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов и энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия.	6
3	5-7	Подготовка образцов для просвечивающей электронной микроскопии.	4
4	7-9	Наноструктурирование поверхности с помощью ионного пучка.	4
4	9-10	Использование электронно-лучевых сканирующих систем для изготовления наноструктур.	2
5	10-16	Современные достижения электронной микроскопии. Модели электронных микроскопов. Аналитические приставки. Оснащение лаборатории по подготовке образцов для электронной микроскопии.	12
5	16-21	Применение электронной микроскопии в нано и биотехнологиях.	11
Всего:			42

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа №1. Вопросы:

1. Оценка предельного разрешения, которое можно получить на сканирующем электронном микроскопе с ускоряющим напряжением 5кВ, 10кВ, 15кВ, 20кВ, 25кВ.
2. Оценка коротковолновой (длинноволновой) границы тормозного спектра рентгеновского излучения для ускоряющего напряжения 5кВ, 10кВ, 15кВ, 20кВ.
3. Оценка верхнего предела максимальной длины волны рентгеновского фотона, дифрагировавшего на кристаллах LiF и PET.
4. Оценка теплового разброса электронов. Влияние теплового разброса на расфокусировку зонда.
5. Определить необходимый ток электронного зонда для экспонирования площадных элементов в резисте с чувствительностью 150 мкКл/см² при шаге 20 нм и времени экспозиции в точке 4 мкс.

Домашняя работа №2. Вопросы:

1. Моделирование траекторий движения электронов в твердом теле методом Монте-Карло
2. Моделирование траекторий движения электронов в тонких пленках и многослойных структурах методом Монте-Карло.
3. Моделирование траекторий движения электронов в частицах методом Монте-Карло.
4. Расчет спектров рентгеновского излучения полученных при микроанализе твердого

тела.

5. Расчет спектров рентгеновского излучения полученных при микроанализе тонких пленок и многослойных структур.

6. Расчет спектров рентгеновского излучения полученных при микроанализе частиц.

7. Сравнение преимуществ и недостатков рентгеновского микроанализа и Оже-спектроскопии.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
1. Основные положения электронной микроскопии				*								
2. Аналитические методы исследования в электронной микроскопии					*			*				
3. Просвечивающая электронная микроскопия								*				
4. Технология фокусированных ионных пучков и электронно-лучевая литография					*			*				
5. Специальные техники сканирующей					*			*				

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2173>.
2. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Г. Рамбиди, А.В. Берёзкин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 456 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2291>.
3. Ищенко, А.А. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества / А.А. Ищенко, Г.В. Гиричев, Ю.И. Тарасов. - Москва : Физматлит, 2012. - 615 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-9221-1447-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275474>
4. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий / под ред. Г.В. Малаховой, П. . Витяго, К.А. Солнцева. - Минск : Белорусская наука, 2011. - 284 с. - ISBN 978-985-08-1292-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142364>

9.1.2.Дополнительная литература

1. Вознесенский, Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э.Ф. Вознесенский, Ф.С. Шарифуллин, И.Ш. Абдуллин ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 184 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1545-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294>
2. Фомин, Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д.В. Фомин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 186 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2829-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>

9.2.Методические разработки

Не используются

9.3.Программное обеспечение

Не используются

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

9.5.Электронные образовательные ресурсы

1. Аликин Д.О., Кузнецов Д.К., Чезганов Д.С., Диагностика материалов методами электронной микроскопии – электронно-образовательный ресурс УрФУ,

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Аудитории с мультимедийным проектором и персональным компьютером

Оборудование:

Сканирующие электронные микроскопы, установленные на базе Уральского центра коллективного пользования «Современные нанотехнологии»:

- Сканирующий электронный микроскоп со сфокусированным ионным пучком Auriga CrossBeam Workstation, производство Carl Zeiss, Германия;

- Автоэмиссионный сканирующий электронный микроскоп Merlin, производство Carl Zeiss, Германия;

- Сканирующий электронный микроскоп для биологических исследований EVO LS 10, производство Carl Zeiss, Германия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – ...1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	7	24
<i>Мини-опрос по темам лекций</i>	7	76
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	7	24
<i>Выполнение домашних работ (2)</i>	7	76
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ

АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

НТК не предусмотрено

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

В соответствии с тематикой занятий

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Описание подготовки образцов и изучение снимков электронной микроскопии.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Область взаимодействия электронов: влияние атомного номера, зависимость от энергии пучка, зависимость от угла наклона. Длина пробега электронов.
2. Отраженные электроны: влияние атомного номера, зависимость от энергии пучка, зависимость от угла наклона, угловое распределение, распределение по энергиям, пространственное распределение, глубина выхода.
3. Вторичные электроны: влияние параметров пучка и образца.
4. Рентгеновское излучение. Непрерывное рентгеновское излучение. Характеристическое рентгеновское излучение.
5. Оже-электроны и катодолюминесценция.
6. Термоэлектронная и автоэлектронная эмиссия.
7. Устройство сканирующего электронного микроскопа.
8. Электромагнитные линзы. Хроматические аберрации. Сферические аберрации. Астигматизм.
9. Механизмы и природа формирования контрастов в СЭМ. Интерпретация изображений.
10. Изображения в СЭМ. Влияние ускоряющего напряжения. Влияние размера апертуры. Влияние рабочего расстояния. Влияние наклона образца.
11. Детекторы сигналов в СЭМ. Характеристики и их влияние на формирование изображений.
12. Традиционная сканирующая электронная микроскопия.
13. Низковакуумная сканирующая электронная микроскопия.
14. Сканирующая электронная микроскопия в режиме естественной среды.
15. Сканирующая электронная микроскопия в режиме наведённого тока.
16. Высоковакуумная сканирующая электронная микроскопия.
17. Оже-электронная спектроскопия.
18. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия.
19. Рентгеновский микроанализ.
20. Спектрометрия с волновой дисперсией.
21. Спектрометрия с энергетической дисперсией.
22. Дифракция обратно рассеянных электронов, формирование картины дифракции.
23. Анализ дифракционных картин обратно рассеянных электронов.
24. Сфокусированный ионный пучок и его функции.
25. Инжекторы.
26. Манипуляторы высокой точности позиционирования.
27. Послойное травление для реконструкции 3х мерной структуры (3D).
28. Препарирование объекта в заданном участке для приготовления тонкого образца для просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).
29. Возможность сканирующей просвечивающей электронной микроскопии.
30. Основные преимущества СЭМ перед другими методами микроскопии.

31. Основные недостатки СЭМ.
32. Возможности СЭМ для получения наноструктур.
33. Использование СЭМ для исследования наноструктур.
34. Возможности СЭМ для исследования кинетики процессов.
35. Преимущества СЭМ ввиду большой глубины фокуса.
36. Возможности фрактографического анализа.
37. Получение объёмных представлений об объекте.
38. Электронная литография.
39. Основные варианты СЭМ.
40. Приставки к СЭМ.
41. Расходные материалы к СЭМ.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Структура и процессы в твердых телах	Код модуля 1118746
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Никифоров Анатолий Елеферьевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	профессор	Компьют ерной физики	

Руководитель модуля

А.Н. Бабушкин

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Введение в физику твердого тела

1.4. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Введение в физику твердого тела» включает в себя начальные сведения о структуре и динамике решетки кристалла, тепловых и электрических свойствах твердых тел. *Цель дисциплины* – сформировать у студентов начальное представление о моделях и методах описания различных свойств твердых тел.

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;

ПК4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

ДПК3 - способность применять резонансные методы (метод электронного парамагнитного резонанса, ядерного магнитного резонанса) для исследования физических свойств материалов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: фундаментальные концепции и модели физики твердого тела.

Уметь: ставить и решать типовые задачи физики твердого тела.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): демонстрировать навыки постановки и решения типовых задач исследования структуры и динамики твердого тела.

1.5. Объем дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	9	9	9
3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы			

5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	17	7.65	17
6.	Промежуточная аттестация	3,4	0.25	3,4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	58.90	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Азбука кристаллографии	Кристаллическая структура и ее описание. Ближний и дальний порядок.
2	Симметрия кристаллов	Точечные группы, группы трансляций. Пространственная симметрия кристаллов. Представления групп. Прямая и обратная решетки, решетки Браве. Зоны Бриллюэна. Использование представлений групп для классификации электронных и колебательных состояний кристалла. Правила отбора для переходов. Дифракция электронов, нейтронов и фотонов на кристаллической решетке
3	Типы связей твердых тел	Межатомные потенциалы. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Постоянная Маделунга. Ковалентные кристаллы. Металлы.
4	Динамика решетки	Колебания одномерных решеток. Акустические и оптические ветви колебаний кристалла, дисперсионные зависимости, плотность состояний. Континуальное приближение в теории колебаний. Распространение упругих волн в кристаллах. Квантование колебаний кристаллической решетки. Фононы. Концепция элементарных возбуждений. Экситоны, магноны, дефектоны и т.д. Квантовые статистики. Теплоемкость кристалла, модели Эйнштейна и Дебая
5	Электроны в идеальном кристалле	Электрон в периодическом поле. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Примеры зонных структур конкретных веществ. Электронный ферми-газ, температура вырождения. Ферми-поверхности металлов. Проводимость и теплопроводность металла. Теплоемкость металла.
6	Дефекты структуры твердых тел	Типы дефектов. Влияние дефектов на физические свойства твердых тел.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Очная форма обучения

Объем модуля (зач.ед.): 9
Объем дисциплины (зач.ед.): 2

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																											
						Подготовка к аудиторным занятиям (час.)										Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации и по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	П/И семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю			
																															1	2	3
1	Азбука кристаллографии.	11,6	8	2	6		3,6	1,6	0,4	1,2			2	1																			
2	Симметрия кристаллов.	17,6	14	2	12		3,6	2,6	0,4	2,2														1	1								
3	Типы связи твердых тел.	7,2	6	0	6		1,2	1,2	0	1,2																							
4	Динамика решетки.	10,4	7	1	6		3,4	1,4	0,2	1,2			2	1																			
5	Электроны в идеальном кристалле.	10,6	8	2	6		2,6	1,6	0,4	1,2														1	1								
6	Дефекты структуры твердых тел.	10,6	8	2	6		2,6	1,6	0,4	1,2														1	1								
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	68	51	9	42	0	17	10	1,8	8,2	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0							
	Всего по дисциплине (час.):	72	51				21																	В т.ч. промежуточная аттестация			4	0	0	0			

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-3	Кристаллическая структура	6
P2	4-6	Представления точечных групп	6
P2	7-9	Трансляционная симметрия, обратная решетка	6
P3	10-12	Метод парных потенциалов, энергия кристалла	6
P4	13-15	Динамика решетки	6
P5	16-18	Электронный спектр кристалла	6
P6	19-21	Термодинамика кристалла	6

Всего: 42

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Построение представлений точечных групп. Расщепление уровней под действием возмущений.

5. Правила отбора для оптических переходов. Спектр колебаний цепочек.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа №1. Найти возможные типы колебаний молекулы AX₆. Определить колебания, активные в ИК поглощении и комбинационном рассеянии. Оценить энергию связи, постоянную решетки и сжимаемость кристалла Хе, если задан парный потенциал взаимодействия.

Контрольная работа №2. Рассчитать постоянную Маделунга для квадратной решетки. Найти скорость распространения упругой волны в кубическом кристалле с известными упругими модулями.

Контрольная работа №3. Распределение Ферми-Дирака. Уровень Ферми. Вырожденный и невырожденный электронный газ.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения	Дистанционные образовательные технологии и
------------------------------	--------------------------	--

							электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
1-6				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. Лань. 2008. – 624 с.
2. Ч.Киттель. Введение в физику твердого тела.М.: Наука ,1978
3. Эллиот Дж., Доббер П. Симметрия в физике.т.1.М.:Мир,1983
4. Матухин, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/262>.
5. Фомин, Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д.В. Фомин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 186 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2829-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>

9.1.2.Дополнительная литература

1. Дж.Займан, Принципы теории твердого тела, М.: Мир, 1966
2. Шалимова, К.В. Физика полупроводников [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/648>.
3. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. - Москва : Физматлит, 2010. - 454 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876>

9.2.Методические разработки

не используются

9.3.Программное обеспечение

Пакет MathCAD

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
Зональная научная библиотека УрФУ lib.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Имеются аудитории, оснащенные мультимедийной техникой.

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещаемость лекций</i>	6, 1-17	25
<i>Мини-опрос по теме лекций</i>	6, 1-17	35
<i>Выполнение контрольных работ</i>	6, 8	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	6, 1-17	20
<i>Выполнение домашних работ</i>	6, 1-17	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрен		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
6	1

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

НТК не предусмотрено

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

В соответствии с тематикой занятий

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Кристаллическая структура и ее описание. Ближний и дальний порядок.
2. Точечные группы, группы трансляций. Пространственная симметрия кристаллов. Представления групп. Прямая и обратная решетки, решетки Браве. Зоны Бриллюэна. Использование представлений групп для классификации электронных и колебательных состояний кристалла. Правила отбора для переходов. Дифракция электронов, нейтронов и фотонов на кристаллической решетке.
3. Межатомные потенциалы. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Постоянная Маделунга. Ковалентные кристаллы. Металлы.
4. Колебания одномерных решеток. Акустические и оптические ветви колебаний кристалла, дисперсионные зависимости, плотность состояний. Континуальное приближение в теории колебаний. Распространение упругих волн в кристаллах. Квантование колебаний кристаллической решетки. Фононы. Концепция элементарных возбуждений. Экситоны, магноны, дефектоны и т.д. Квантовые статистики. Теплоемкость кристалла, модели Эйнштейна и Дебая
5. Электрон в периодическом поле. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Примеры зонных структур конкретных веществ. Электронный ферми-газ, температура вырождения. Ферми-поверхности металлов. Проводимость и теплопроводность металла. Теплоемкость металла.
6. Типы дефектов. Влияние дефектов на физические свойства твердых тел

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

не используются