

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

СОГЛАСОВАНО  
ДИРЕКЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Экспериментальные методы функционального материаловедения	<b>Код модуля</b> 1129788
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b> Физика	ТОП 2. «Физика конденсированного состояния»
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> <b>07.08.2014 № 937</b>

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Плещев Валерий Георгиевич	кандидат физ.-мат. наук, доцент	доцент	Физики конденсированного состояния	

**Руководитель модуля**

В.Г. Плещев

**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 Экспериментальные методы функционального материаловедения

## 1.1. Объем модуля, з.е. - 9

## 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль включает ряд дисциплин, каждая из которых дает конкретные знания по экспериментальным методам исследования как кристаллической структуры функциональных материалов различного назначения, так и их эксплуатационных характеристик. Содержание дисциплин модуля направлено на формирование у студентов практических навыков при выборе и использования различных экспериментальных методик в своей профессиональной деятельности.

## 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) Рентгеновские и нейтронные методы исследования материалов	7	9	42		51	39	Э, 18	108	3
2.	(ВС) Магнитные измерения	7	9	42		51	17	3,4	72	2
3.	(ВС) Технологии перспективных материалов	8	8	40		48	20	3,4	72	2
4.	(ВС) Современные методы исследования состава, структуры и свойств веществ	6	9	42		51	17	3,4	72	2
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>35</b>	<b>166</b>	<b>0</b>	<b>201</b>	<b>93</b>	<b>30</b>	<b>324</b>	<b>9</b>

## 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	нет
3.2.	Кореквизиты	нет

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

### 1.1. 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
03.03.02/01.02	РО-О1 «Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность»	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК1 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке); 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; ОПК1 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке); 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; ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;
	РО-О3: «Способность осуществлять организационно-управленческую деятельность»	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК1 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке); 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; ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;
	РО-ТОП 2 Способность осуществлять научные исследования в области физики магнитных	ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений); ДПК6 - владеть основными технологическими приемами регулирования свойств магнитных материалов; ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов

	явлений и конденсированных сред.	физических исследований конденсированных сред, методов структурных исследований с применением рентгеновского и нейтронного излучения.
--	----------------------------------	---

#### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля	ОК-7	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-5	ПК-1	ПК-3	ПК-5	ДПК-5	ДПК-6	ДПК-7
1 (ВС)Магнитные измерения	*			*		*	*	*	*	*	
2 (ВС)Рентгеновские и нейтронные методы исследования материалов	*	*		*	*	*	*	*			*
3 (ВС)Современные методы исследования состава, структуры и свойств веществ	*			*	*	*	*				*
4 (ВС)Технологии перспективных материалов	*	*	*	*		*	*	*	*		*

**5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ** не предусмотрено

#### 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**

**ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Экспериментальные методы функционального материаловедения	<b>Код модуля</b> 1129788
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> <b>07.08.2014 № 937</b>

Екатеринбург 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Плещев Валерий Георгиевич	кандидат физ.- мат. наук, доцент	доцент	Физики конденси рованного состояния	

**Руководитель модуля**

В.Г. Плещев

**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 «Технологии перспективных материалов»

### 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Технологии перспективных материалов» является составной частью модуля «Структура и свойства твердых тел». Ее успешное освоение строится на основе ранее полученных знаний в курсах «Общей физики». Задачей дисциплины является формирование представлений об исторических этапах развития науки о материалах и о современных технологиях их создания. Важное внимание уделено практическому использованию материалов различного назначения.

### 1.2. Язык реализации программы – русский.

### 1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результатом освоения дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК1 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

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;

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

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений);

ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов физических исследований конденсированных сред, методов структурных исследований с применением рентгеновского и нейтронного излучения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** - основные исторические этапы создания материалов различного назначения;

- фундаментальные разделы общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

**Уметь:** - применять знания о технологических приемах и методах создания материалов для прогнозирования их эксплуатационных характеристик;

**Владеть** (демонстрировать навыки и опыт деятельности): экспериментальными методами определения функциональных характеристик материалов различного назначения с целью определения их свойств в зависимости от технологии получения.

### 1.4. Объем дисциплины для очной формы обучения

	Виды учебной работы	Объем дисциплины	Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
--	---------------------	------------------	---



№ п/п		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	40	40	40
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>40</b>	<b>7.20</b>	<b>40</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация - зачет</b>	<b>4</b>	<b>0.25</b>	<b>3, 4</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>72</b>	55.45	<b>72</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Материалы и научно-технический прогресс. Классификация материалов: условия их формирования и области применения. Роль технологических приемов при формировании структуры и свойств материалов. Кристаллические структуры и их модификации. Роль термодинамических условий в определении стабильности материальных объектов.
P2	Конструкционные материалы на основе метал. сплавов	Металлы и металлические сплавы с упорядоченной структурой. Конструкционные материалы. Фазовые превращения в сплавах. Технологии создания материалов с высокой прочностью. Суперсплавы. Условия получения жаропрочных и жаростойких материалов.
P3	Аморфные материалы	Технологии получения материалов с аморфной структурой. Аморфное и стеклообразное состояния. Факторы, способствующие формированию аморфной структуры. Стабильности аморфного состояния. Особенности механических свойств аморфных материалов и их практическое использование. Электрические свойства аморфных тел. Рассеяние носителей заряда на неупорядоченной структуре. Электрические свойства аморфных материалов. Аморфные магнетики.
P4	Наноматериалы и нанотехнологии	Размерные масштабы дисперсных систем. Исторические этапы развития нанотехнологий. Технологии сверху-вниз и снизу-вверх. Методы получения наночастиц и атомных кластеров. Каталитическая активность наночастиц. Методы получения компактных наноматериалов. Эффект размерного квантования в нанобъектах различной размерности. Материалы с квазидвумерной структурой. Полупроводниковые сверхрешетки и магнитные мультислои. Технологии изготовления наноструктур.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Очная форма обучения



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторный практикум *не предусмотрено*

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-3	Проблема влияния технологии получения на кристаллическую структуру и физические свойства материалов.	6
P2	4-9	Металлы черные и цветные металлы. Разработка элементных сплавов для получения заданных свойств материалов. Физические основы создания перспективных конструкционных материалов для современной техники.	12
P3	10-15	Особенности атомного строения аморфных материалов. Пластические и прочностные характеристики. Природа коррозионной стойкости аморфных сплавов. Аморфные магнитные материалы. Термическая стабильность аморфного состояния.	12
P4	16-20	Физические и химические технологии получения наночастиц и компактных наноматериалов. Квантовые точки, квантовые нити и квантовые ямы. Особенности энергетического спектра в нанобъектах различной размерности..	10

Всего: 40

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа №1. Определение типа твердого раствора при создании металлических сплавов. Определение атомной и массовой концентраций легирующих элементов в сплавах.

Домашняя работа №2. Условия создания жаропрочных сплавов. Природа коррозионной стойкости аморфных материалов.

Домашняя работа №3. Определения размера наночастиц при заданной доле поверхностных атомов. История и этапы развития нанотехнологий.

Домашняя работа №4. Термическая стабильность аморфного состояния. Физические и химические технологии получения наночастиц и компактных наноматериалов

###### 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. Примерный перечень тем расчетных работ (программ. продуктов) –

*не предусмотрено*

###### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ –

*не предусмотрено*

###### 4.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) –

*не предусмотрено*

###### 4.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ –

*не предусмотрено*

###### 4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

1. Физические принципы сканирующей туннельной микроскопии. Механическое

диспергирование материалов.

2. Гигантское магнитосопротивление и его применение. Технологии создание жаропрочных материалов на основе интерметаллидов.

3. Материалы с естественной слоистой структурой на примере дихалькогенидов переходных металлов.

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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)
Раздел 1					*							
Раздел 2				*								
Раздел 3				*	*							
Раздел 4				*	*							

## 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. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. М. Бином. 2008.
2. Шик А.Я., Бакуева Л.Г. Физика низкоразмерных систем. СПб., Наука. 2001, 150 с..
3. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. М. Бином. Лаб.знаний. 2008, 431 с.
4. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. Техносфера, М. 2005, 334 с.
5. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография / А.И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859>
6. Стародубцев Ю.Н. Магнитные свойства аморфных и нанокристаллических сплавов. Екатеринбург, УрГУ. 2002.

#### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Золотухин И.В. Физические свойства аморфных металлических материалов. М. Металлургия, 1986.

2. Кульбачинский В.А.. Полупроводниковые квантовые точки. СОЖ, № 4, , 2001 С.98.
3. Золотухин И.В., Бармин Ю.В. Стабильность и процессы релаксации в металлических стеклах. М. Металлургия. 1991
4. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко ; науч. ред. Л.А. Алешина. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2012. - 560 с. - (Мир физики и техники). - ISBN 978-5-94836-327-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>

**9.2.Методические разработки** *не используются*

**9.3.Программное обеспечение** *не используются*

**9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы-**

Справочные руководства:

1. Энергии образования и миграции дефектов

2. Упругие константы различных материалов.

**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 для сопровождения лекций

**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 –**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях □	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций	8, 1-8	20
Коллоквиум 1	8,3	40
<i>Домашние работы №1-№2</i>	8,2-4	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	8, 1 – 8	10
Коллоквиум 2,3	8, 7	50
<i>Домашние работы №3-№4</i>	8,5-7	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: - не предусмотрено</b>		
<b>коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрено**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 8	1.0

**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**

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: 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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности,	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой

	безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	--	--	---

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

*НТК не используется*

### **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

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

1. Физические предпосылки высокой прочности материалов на основе интерметаллидов;
2. Причины устойчивости аморфных сплавов к действию излучений.
3. Определение атомной и массовой концентраций легирующих элементов в сплавах.
4. Анализ Процессов, происходящих при нагревании аморфных сплавов.
5. Влияние термических условий на формирование аморфного состояния
6. Особенности энергетического спектра электронов в системах различной размерности.

#### **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. Роль технологических приемов при формировании структуры и свойств материалов.
2. Кристаллические структуры и их модификации.
3. Технологии разработки металлических сплавов . твердые растворы и интерметаллические соединения.
4. Фазовые превращения в сплавах и их роль в формировании высоко прочного состояния.
5. Жаропрочные и жаростойкие материалы на основе интерметаллических соединений.
6. Аморфное и стеклообразное состояния вещества.
7. Условия достижения аморфного состояния твердых тел.
8. Факторы, влияющие на термодинамическую стабильность аморфных материалов.
9. Причины отсутствия деформационного упрочнения в аморфных материалах.
10. Использование модели плотной упаковки жестких сфер для описания строения аморфных материалов.
11. Основные классы аморфных магнетиков. Природа высококоэрцитивного состояния в аморфных магнетиках.
12. Физические и химические методы получения нанобъектов.
13. Методы изучения и формирования нанобъектов и наноструктур.
14. Туннельная, атомно-силовая и магнитно-силовая микроскопия.
15. Применение наноматериалов для записи и хранения информации.
16. Эффекты самоорганизации нанобъектов.
17. Квантовые явления в низкоразмерных системах.
18. Сверхрешетки. Материалы с гигантским магнитосопротивлением.

#### **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***



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА,  
СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Экспериментальные методы функционального материаловедения	<b>Код модуля</b> 1129788
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 07.08.2014 № 937

Екатеринбург 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Меренцов Александр Ильич	кандидат физ.- мат. наук	Ассистент	Физики конденси рованного состояния	
2	Плещев Валерий Георгиевич	кандидат физ.- мат. наук, доцент	доцент	Физики конденси рованного состояния	

**Руководитель модуля**

В.Г. Плещев

**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 «Современные методы исследования состава, структуры и свойств веществ»**

### **1.5. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина " Современные методы исследования состава, структуры и свойств веществ» направлена на формирование у студентов представлений о физике, технике и возможностях физико-химических методов контроля состава вещества. Основные задачи дисциплины – изложить физические и химические принципы, лежащие в основе изучаемых методов, познакомить студентов с методами обработки экспериментальных результатов.

### **1.6. Язык реализации программы – русский.**

### **1.7. Планируемые результаты освоения дисциплины**

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;

ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;

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;

ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов физических исследований конденсированных сред, методов структурных исследований с применением рентгеновского и нейтронного излучения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

#### **Знать:**

- Основные физико-химические методики определения содержания элементов в твёрдых телах

- Область применения изучаемых методик

- Физические законы, лежащие в основе изучаемых методик

- Принцип действия экспериментальных установок, реализующих изучаемые методики.

#### **Уметь:**

- Применять полученные знания на практике для определения качественного и количественного состава материалов

- Осуществлять статистическую обработку результатов количественного анализа, оценивать их надежность

- Обосновывать выбор метода анализа, исходя из конкретных целей, условий и объекта анализа

#### **Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

Студент должен демонстрировать навыки в выборе методики и обоснования проведения того или иного эксперимента, оптимально решать задачи выбора конкретного метода исследования физического явления или характеристик вещества, проводить расчеты основных характеристик и параметров систем, оценивать чувствительность, достоинства и недостатки различных моделей и методов.

### **1.8. Объем дисциплины для очной формы обучения**

	Виды учебной работы	Объем дисциплины	Распределение объема
--	---------------------	------------------	----------------------

№ п/ п				дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
2.	Лекции	9	9	9
3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>17</b>	<b>7.65</b>	<b>17</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация - зачет</b>	<b>4</b>	<b>0.25</b>	<b>3, 4</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>72</b>	58.90	<b>72</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Количественный и качественный рентгенодифракционный анализ	Закон Вульфа-Брегга. Метод Дебая-Шеррера. Фиксация дифракционной картины (фотометод и счетчики рентгеновских квантов). Использование рентгенодифракционного анализа для определения фазового состава исследуемого материала.
2	Нерентгеновские дифракционные методы	Дифракция электронов. Дифракция медленных электронов. Дифракция отраженных быстрых электронов. Методы дифракции электронов и нейтронов, их особенности в сравнении с дифракцией рентгеновских лучей при исследовании структуры материалов. Метод постоянной длины волны и времяпролётный метод. Использование мощных источников излучения, позиционных и энергодисперсионных детекторов, "дифракционное кино".
3	Активационный анализ	Естественная и наведенная радиоактивность. Ядерные реакции. Нейтронно-активационный анализ (НАА). Источники нейтронов. Методы количественного определения элементов. Варианты нейтронно-активационного анализа (радиохимический и инструментальный). Приборы для регистрации гамма-излучения (пропорциональные, сцинтилляционные, полупроводниковые детекторы). Достоинства и недостатки нейтронно-активационного анализа. Области его применения (анализ веществ высокой чистоты, определение редких, благородных и рассеянных элементов с различных объектах, анализ объектов окружающей среды и биоты).
4	Электрохимические методы анализа	4.1 Общая характеристика электрохимических методов анализа. Классификация ЭМА. Методические приемы электрохимических методов анализа (методы прямых и косвенных измерений). Использование электрохимических методов анализа для аттестации

		<p>стандартных образцов.</p> <p>4.2 Потенциометрия. Сущность метода. Прямая и косвенная потенциометрия. Электроды и их классификация. Способы титрования.</p> <p>4.3 Электрогравиметрия. Сущность метода. Требования к электродам. Процессы на электродах. Законы электролиза (Фарадея). Выход по току. Факторы, влияющие на процесс электролиза. Внутренний электролиз. Электрохимическое разделение металлов.</p> <p>4.4 Кулонометрия. Сущность метода. Режимы кулонометрии. Прямая и косвенная кулонометрия. Преимущества кулонометрического титрования перед классическим. Кулонометрические экспресс-анализаторы для определения углерода, кислорода и серы в сталях и сплавах.</p> <p>4.5 Вольтамперометрия и ее разновидности. Сущность метода и его особенности. Полярография. Поляризационные кривые и их расшифровка для определения состава анализируемых объектов. Использование вольтамперометрических методов для количественного определения примесей.</p>
5	Фотометрические методы анализа (молекулярная абсорбционная спектроскопия)	<p>5.1 Сущность методов фотоколориметрии и спектрофотометрии. Спектр поглощения вещества. Законы поглощения света растворами (Закон Бугера-Ламберта-Бера).</p> <p>5.2 Аппаратура методов. Использование фотометрии для экспрессного определения элементов и примесей в металлах и сплавах, для определения содержания ценных компонентов в различных технологических растворах, а также неорганических и органических примесей в промышленных сточных водах и т.п.</p>
6	Дифференциальная сканирующая калориметрия	<p>Введение. Теоретические основы калориметрии. Термический анализ. Метод дифференциально-сканирующей калориметрии. Режимы калориметрических измерений. Сканирующий режим. Типы калориметров. Модели калориметров. Способы измерения теплоемкости твердых материалов.</p> <p>Дифференциально-интегральный сканирующий калориметр (ДИСК). Схема установки и принцип действия. Возможности и применение ДИСК в научных исследованиях.</p>

#### 4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

##### 4.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Очная форма обучения



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.2. Лабораторный практикум *не предусмотрено*

4.3. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
1	1	Решение задач на качественный рентгенофазовый анализ	4
1	2	Решение задач на количественный рентгенофазовый анализ	4
2	3	Обработка результатов потенциметрических измерений	6
4	4	Обработка результатов электрогравиметрических измерений	4
4	5	Обработка результатов кулонометрического титрования	4
4	6	Обработка и интерпретация поляризационных кривых	6
5	7	Решение задач на поглощение света	8
6	8	Обработка результатов ДСК эксперимента	6
<b>Всего:</b>			42

4.4. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.9. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа 1

Использование мощных источников излучения, позиционных и энергодисперсионных детекторов, “дифракционное кино”.

Домашняя работа 2

Возможности и применение ДИСК в научных исследованиях.

4.3.10. Примерный перечень тем графических работ – *не предусмотрено*

4.3.11. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ) – *не предусмотрено*

4.3.12. Примерный перечень тем расчетных работ (программ. продуктов) – *не предусмотрено*

4.3.13. Примерный перечень тем расчетно-графических работ – *не предусмотрено*

4.3.14. Примерная тематика курсового проекта (работы) – *не предусмотрено*

4.3.15. Примерный перечень тем контрольных работ

Фотометрические методы анализа (молекулярная абсорбционная спектроскопия)

4.3.16. Примерная тематика коллоквиумов

Электрохимические методы анализа

#### 7. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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				+	+							

## 8. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 8. 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. Боуэн Д. К., Таннер Б. К., Высокоразрешающая рентгеновская дифрактометрия и топография/ Наука, 2002
2. Асланов Л.А. Инструментальные методы рентгеноструктурного анализа./– М.: Изд-во МГУ, 1983.
3. Горелик С.С.. Скаков Ю.А Расторгуев Л.Н., Рентгенографический и электронно-оптический анализ. /– М.: Изд-во МИСИС, 1994.
4. Агасян П.К., Хамракулов Т.К. Кулонометрический метод анализ М.: Химия, 1984 г. - 168 с.
5. Алексеев В.Н. Количественный анализ 4-е изд., перераб. - М.: Химия, 1972. - 254с.
6. Пешкова В.М., Громова М.И. - Практическое руководство по спектрофотометрии и колориметрии. М.: Изд-во московского университета, 1965.
7. Берштейн В.А., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. Ленинград: Химия, 1990.
8. Хейкер, Д.М. Рентгеновская дифрактометрия / Д.М. Хейкер, Л.С. Зевин ; ред. Г.С. Жданова. - Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1963. - 191 с. - (Физико-математическая библиотека инженера). ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116227>

#### 9.1.2.Дополнительная литература

1. Андерсон А.А. Газовая хроматография аминсоединений. Рига: Зинатне, 1982. — 374 с.
2. Бабко А.К.,Пятницкий Н.В, Количественный анализ Издательство "Мир", 1968. — 495 с.
3. Берштейн И.Я. Спектрофотометрический анализ в органической химии. М.: Химия, 1986.
4. Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. - М., Мир, 1980
5. Фетисов, Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ : учебное пособие / Г.В. Фетисов ; ред. Л.А. Асланова. - Москва : Физматлит, 2007. - 673 с. - ISBN 978-5-9221-0805-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76647>

#### 9.2. Методическое пособие

*Не используются*



### **9.3. Программное обеспечение**

Microsoft office

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы-**

<http://www.crystallography.net/>

[http://webmineral.com/help/XRayDiffraction.shtml#.Vz14XuS6\\_78](http://webmineral.com/help/XRayDiffraction.shtml#.Vz14XuS6_78)

<http://rruff.info/>

<http://nanocrystallography.net/>

<http://www.icdd.com/>

### **9.5. Электронные образовательные ресурсы –**

<http://web.archive.org/web/20071130004824/http://journal.issep.rssi.ru/>

<http://arxiv.org/>

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Лекционная аудитория обладает необходимым количеством посадочных мест. Аудитория оснащена персональным компьютером, мультимедийным проектором, доской, имеется wi-fi доступ в internet. Для практических занятий используется оборудование кафедры физики конденсированного состояния ИЕН (дифрактометр Bruker D8 Advance), а также оборудование УЦКП "Современные нанотехнологии".

**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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекционных занятий и ведение конспекта	7, 1-17	30
Написание мини-контрольных работ	7, 1-17	50
Коллоквиум 1	17,8	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	6, 1-17	30
Активность на занятиях	6, 1-17	10
Домашняя работа 1	6,7	10
Домашняя работа 2	6,15	10
Контрольная работа	6,9	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: - не предусмотрено</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрено**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 6	1.0

**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**

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: 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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе,	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и

	порученному делу	трудовой деятельности, проявляет активность.	увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	------------------	--	---

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

*НТК не используется*

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных –**

1. Уравнение Вульфа-Брегга.
2. Метод Дебая-Шеррера.
3. Естественная и наведенная радиоактивность.
4. Нейтронно-активационный анализ.
5. Источники нейтронов.
6. Пропорциональные детекторы.
7. Сцинтилляционные детекторы.
8. Полупроводниковые детекторы.
9. Достоинства и недостатки нейтронно-активационного анализа.
10. Области применения нейтронно-активационного анализа.
11. Классификация электрохимических методов анализа.
12. Сущность метода потенциометрии.
13. Прямая и косвенная потенциометрия.
14. Электроды и их классификация.
15. Способы титрования.
16. Сущность метода электрогравиметрии.
17. Процессы на электродах при электрогравиметрии.
18. Законы электролиза (Фарадея).
19. Выход по току.
20. Факторы, влияющие на процесс электролиза.
21. Электрохимическое разделение металлов.
22. Сущность метода кулонометрии.
23. Режимы кулонометрии.
24. Прямая и косвенная кулонометрия.
25. Преимущества кулонометрического титрования перед классическим.
26. Сущность метода вольтамперометрия и его особенности.
27. Полярография. Поляризационные кривые.
28. Спектр поглощения вещества.
29. Законы поглощения света растворами (Закон Бугера-Ламберта-Бера).
30. Теоретические основы калориметрии.
31. Метод дифференциально-сканирующей калориметрии.
32. Типы калориметров.
33. Способы измерения теплоемкости твердых материалов.

### **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 тем контрольных работ – не предусмотрено.**

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Закон Вульфа-Брегга. Метод Дебая-Шеррера. Фиксация дифракционной картины (фотометод и счетчики рентгеновских квантов).
2. Использование рентгенодифракционного анализа для определения фазового состава исследуемого материала.
3. Дифракция электронов.

4. Дифракция медленных электронов.
  5. Дифракция отраженных быстрых электронов.
  6. Дифракция нейтронов, сравнение с дифракцией рентгеновских лучей при исследовании структуры материалов.
  7. Метод постоянной длины волны и времяпролётный метод нейтронной дифракции.
  8. “Дифракционное кино”.
  9. Естественная и наведенная радиоактивность. Ядерные реакции.
  10. Нейтронно-активационный анализ (НАА). Источники нейтронов.
  11. Методы количественного определения элементов. Варианты нейтронно-активационного анализа (радиохимический и инструментальный).
  12. Приборы для регистрации гамма-излучения (пропорциональные, сцинтилляционные, полупроводниковые детекторы).
  13. Достоинства и недостатки нейтронно-активационного анализа. Области его применения.
  14. Классификация электрохимических методов анализа. Методические приемы электрохимических методов анализа (методы прямых и косвенных измерений).
  15. Потенциометрия. Сущность метода. Прямая и косвенная потенциометрия. Электроды и их классификация. Способы титрования.
  16. Электрогравиметрия. Сущность метода. Требования к электродам. Процессы на электродах. Законы электролиза (Фарадея). Выход по току. Факторы, влияющие на процесс электролиза. Внутренний электролиз. Электрохимическое разделение металлов.
  17. Кулонометрия. Сущность метода. Режимы кулонометрии. Прямая и косвенная кулонометрия. Преимущества кулонометрического титрования перед классическим.
  18. Вольтамперометрия и ее разновидности. Сущность метода. Полярография. Поляризационные кривые и их расшифровка для определения состава анализируемых объектов. Использование вольтамперометрических методов для количественного определения примесей.
  19. Сущность методов фотоколориметрии и спектрофотометрии. Спектр поглощения вещества. Законы поглощения света растворами (Закон Бугера-Ламберта-Бера).
  20. Использование фотометрии для экспрессного определения элементов и примесей в металлах и сплавах.
  21. Теоретические основы калориметрии. Термический анализ. Метод дифференциально-сканирующей калориметрии.
  22. Режимы калориметрических измерений. Сканирующий режим. Типы калориметров. Модели калориметров. Способы измерения теплоемкости твердых материалов.
  23. Дифференциально-интегральный сканирующий калориметр (ДИСК). Схема установки и принцип действия. Возможности и применение ДИСК в научных исследованиях.
- 8.3.6. Перечень примерных вопросов для экзамена – не предусмотрено**
- 8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации – не предусмотрено.**
- 8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля – не предусмотрено.**
- 8.3.9. Интернет-тренажеры – не предусмотрено.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**РЕНТГЕНОВСКИЕ И НЕЙТРОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Экспериментальные методы функционального материаловедения	<b>Код модуля</b> 1129788
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 07.08.2014 № 937

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Пирогов Александр Николаевич	кандидат физико- математических наук	профессор- исследоват ель	магнетизма и магнитных наноматериалов	
2	Селезнева Надежда Владимировна	кандидат физико- математических наук	доцент	физики конденсированн ого состояния	

**Руководитель модуля**

В.Г. Плещев

**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 Рентгеновские и нейтронные методы исследования материалов**

Данная дисциплина ставит целью познакомить студентов-бакалавров с базовыми представлениями методики рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов и дать возможность изучить основы современных экспериментальных подходов к исследованию материалов с помощью этих видов рассеяния. Целью дисциплины является формирование представлений о физике, технике и возможностях методов рентгеновской и нейтронной дифракции, практических навыков работы с рентгеновской аппаратурой и обработки полученных экспериментальных спектров. Основные задачи курса – научить студентов использовать дифракционные методы для уточнения кристаллических и магнитных структур соединений. Особое внимание уделено интерпретации дифракционных данных, а именно математическим аспектам метода полнопрофильного анализа. В результате освоения дисциплины студент приобретет навыки правильного выбора методов исследования структур и различных объектов, а также овладеет общими приемами решения прикладных задач с использованием компьютерных программ.

### **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;

ОПК1 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);

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

ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;

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;

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

ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов физических исследований конденсированных сред, методов структурных исследований с применением рентгеновского и нейтронного излучения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: возможности дифракционных методов для исследования материалов, теоретические основы и методы определения кристаллической и магнитных структур материалов с помощью дифракции нейтронов, малоуглового рассеяния и нейтронной рефлектометрии.

Уметь: использовать дифракционные методы для исследования наноматериалов, получать информацию о размере кристаллитов, о распределении зерен по размерам, о толщине и количестве слоев в многослойных объектах, установить структурное и магнитное состояния исследуемых образцов; находить волновой вектор магнитной структуры в случае несоизмеримых фаз.

Владеть навыками правильного выбора методов исследования структуры различных материалов и владеть общими приемами решения прикладных задач с использованием компьютерных программ. Демонстрировать навыки и опыт деятельности в использовании дифракционных методов анализа материалов, основными компьютерными программами



(Fullprof, Sarah, Mody 2) для определения магнитной структуры и свойств исследуемых образцов.

#### 1.4. Объем дисциплины

№ 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

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для очной формы обучения

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р.1	Рассеяние рентгеновских лучей.	Элементарный акт рассеяния. Когерентное рассеяние на свободных электронах (классическая теория). Некогерентное рассеяние на свободных электронах (квантовая теория). Рассеяние на элементарной ячейке. Общие положения. Структурный фактор элементарной ячейки кристалла. Формулы структурных факторов для различных пространственных групп. Изменение фазы при рассеянии и его влияние на структурный множитель. Рассеяние на кристалле. Интерференционная функция Лауэ. Интегральная интенсивность. Парадоксы теории. Первичная экстинкция. Идеальный кристалл.
Р.2	Метод полнопрофильного анализа (метод Ритвельда).	Математическое описание метода. Определение размеров кристаллитов и микронапряжений в материалах с помощью программы «FullProf».
Р.3	Основы теории взаимодействия нейтронов с веществом.	Масса, заряд, спин и время жизни нейтрона. Источники нейтронов на основе реакции деления. Нейтронные источники на основе ускорителей частиц. Замедление нейтронов. Нейтронный поток от стационарного и импульсного источников нейтронов. Дифференциальное и дважды дифференциальное сечения взаимодействия. Амплитуда когерентного и некогерентного рассеяния

		нейтронов. Природа магнитного рассеяния нейтронов. Дважды дифференциальное сечение магнитного рассеяния нейтронов. Векторная зависимость магнитного рассеяния нейтронов. Дифракция нейтронов на упорядоченных магнитных структурах. Неупругое рассеяние нейтронов на фонах и магнонах.
<b>Р.4</b>	Нейтронные дифрактометры и спектрометры.	Типичная схема эксперимента по рассеянию нейтронов. Коллимация нейтронных пучков. Нейтронороды. Кристаллические монохроматоры. Детекторы нейтронов. Основы обработки порошковых нейтронограмм: компьютерные программы Fullprof, Sarah, Mody-2. Малоугловая дифракция. Основные теоретические представления. Понятие контраста. Приближение однородных частиц. Приближение Гинье. Ивариант Порода. Приближение сферически симметричной частицы. Нейтронная рефлектометрия. Основные принципы нейтронной рефлектометрии. Тонкая плоскопараллельная пленка. Шероховатая поверхность. Магнитная рефлектометрия.

### **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

##### 6.1. Лабораторные работы *не предусмотрено*

##### 6.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P.2	1-3	Составить файл ввода данных с расширением *.pcr для предложенного поликристаллического образца с известной структурой. Методом подбора определить одну из весовых схем (метод наименьших квадратов, максимального подобия или единичных весов). Уточнить нулевой сдвиг, шкальный фактор и параметры элементарной ячейки. Варьируя профильные и фоновые функции добиться наилучшей сходимости результатов подгонки. Сделать выводы. Уточнить координаты атомов, тепловые добавки, коэффициенты заполнения и сделать выводы о корректности предложенной преподавателем модели.	6
P.2	4-6	Составить файл ввода данных с расширением *.pcr для предложенного двухфазного образца. Уточнить профили без точного знания структуры, с использованием данных по стартовым ячейкам.	6
P.2	7-9	Определение размеров кристаллитов и микронапряжений в наноматериалах.	6
P.2	10-12	Составить файл ввода данных с расширением *.pcr с использованием данных нейтронного излучения для магнитного поликристаллического образца, снятого при комнатной температуре и образца, снятого при температуре ниже магнитного перехода. Найти характер магнитного упорядочения и значения магнитных моментов.	6
P.4	13-15	Расчет интенсивности ядерного рефлекса вручную и с помощью программы Fullprof.	6
P.4	16-18	Расчет интенсивности магнитного рефлекса вручную и с помощью программы Fullprof.	6
P.4	19-21	Уточнение кристаллической и магнитной структур образца с помощью программы Fullprof.	6
<b>Всего:</b>			42

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

##### Домашняя работа 1. Темы

1. Ручной расчет углового положения и интенсивности ядерных рефлексов для образца с ГЦК структурой.
2. Ручной расчет углового положения и интенсивности ядерных рефлексов для образца с ОЦК структурой.
3. Расчет с помощью программы Fullprof углового положения и интенсивности ядерных рефлексов для образца с гексагональной структурой.

## Домашняя работа 2. Темы

1. Уточнение кристаллической структуры образца с помощью программы Fullprof.
2. Уточнение магнитной структуры образца с волновым вектором  $k=0$  с помощью программы Fullprof.
3. Уточнение магнитной структуры образца с несоизмеримым волновым вектором с помощью программы Fullprof.

### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

#### Графическая работа №1. Темы

1. Изменяя длину волны от максимальной (Cr) до минимальной (Ag) рентгеновского излучения, проследить за изменением дифрактограммы. Дать объяснение увеличению дифракционных линий при уменьшении длины волны рентгеновского излучения.
2. Проследить за изменением дифрактограммы с понижением класса симметрии для сплава Cu-Au (25%Au). В неупорядоченном состоянии при повышенных температурах сплав характеризуется статистическим распределением Au и Cu по узлам ГЦК решетки с параметром э.я.  $a=3.75 \text{ \AA}$ . Факторы занятости позиции для Au - 0.25, Cu - 0.75 соответственно, координаты атома Au в э.я. – (0 0 0), Cu- (0 0.5 0.5), (0.5 0 0.5) и (0.5 0.5 0, пр.гр. 225. При отжиге происходит упорядочение с понижением симметрии, ячейка становится примитивной кубической ( $Pm\bar{3}m$ ), координаты атомов: Au – (0 0 0), Cu – (0 0.5 0.5), (0.5 0 0.5), (0.5 0.5 0).

#### Графическая работа №2. Темы

3. Рассчитать теоретические дифрактограммы для Mo и Cu - излучений. Проверить правила погасания: 1. Для кубической P- решетки разрешены все рефлексы hkl. 2. Для ОЦК I- решетки разрешены только рефлексы, для которых сумма индексов - четное число. 3. Для ГЦК F- решетки разрешены только рефлексы одинаковой четности. 4. Для структурного типа алмаза разрешены только рефлексы одинаковой четности, сумма которых делится на 4. 5. Для структурного типа CsCl, если сумма индексов - четное число, то интенсивность пропорциональна квадрату суммы амплитуд рассеяния атомов, если - нечетное число, то интенсивность пропорциональна квадрату разности атомных амплитуд. Поэтому если структура образована атомами с близкими атомными номерами, то картина дифракции мало отличается от рентгенограммы для ОЦК структуры.
4. Начальная структура соединения  $Pd_3Mn$  кубическая (Пр.группа  $Pm\bar{3}m$ ,  $a = 3.9 \text{ \AA}$ ), позиции атомов: Mn (1a) : (0, 0, 0); Pd (3c) : (0,1/2,1/2) Длина волны  $\lambda = 1.2259 \text{ \AA}$ . Используются данные порошковой нейтронографии INSTR=1 Экспериментальный файл: pd3mnd.dat. Введение дейтерия (D) в матрицу  $Pd_3Mn$  индуцирует серию дефектов, которые приводят к образованию антифазных доменов, аналогичных сплавам  $Cu_3Au$ -типа. При этом все отражения от различных (hkl)-четные и уширены за счет размерных эффектов. Начните уточнение функции инструментального уширения разрешения дифрактометра используя идеальную структуру  $Pd_3Mn$ . Введите JFOU=4 для вывода файлов для Фурье синтеза. Используя программу GFourier получите позиции D. Микроструктурные параметры могут быть найдены после определения позиции D. Уточните структуру на основе положения атомов D и уточните фактор заселенности D, чтобы определить состав. Для лучшего уточнения микроструктурных параметров используйте модель "-14.

### 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**

1. Динамические свойства магнетиков в области низких и средних частот перемагничивания

2. Магнитных резонанс в магнитоупорядоченных веществах

## 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)
P.1-P.4				+	+							

## 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

- Горбунов В.А., Селезнева Н. В., Надольский А. Л. Учебно-методический комплекс дисциплины "Рентгеновские методы исследования наноструктур" [Электронный ресурс]. Федер. агентство по образованию, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, ИОНЦ "Нанотехнологии и перспективные материалы"— Екатеринбург, 2008. Постоянная ссылка: <http://elar.usu.ru/handle/1234.56789/1547>
- Филонова Е.А., Пирогов А.Н., Элементы структурного анализа. Метод Fullprof как один из методов обработки дифракционных данных. Методические указания для студентов химического факультета, Екатеринбург, 2005.

### 9.1.2.Дополнительная литература

- Сонин, А.С. Курс макроскопической кристаллофизики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59408>.
- 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>.

## 9.2. Методические разработки

Е.А. Филонова, А.Н. Пирогов. Fullprof. Руководство пользователя. Уральский государственный университет. Екатеринбург. 2005. 33 с.

## 9.3. Программное обеспечение

- Сайт программы полнопрофильного анализа FullProf <http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/fullprof/index.html>; <http://www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/fullprof/>
- Sarah.

## 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов Института экспериментальной минералогии РАН <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>
- Минералогическая база Franklin Minerals <http://franklin-sterlinghill.com/>
- Веб-сайт международного союза кристаллографов <http://www.iucr.org/>
- список пространственных групп <http://www.highpressure-science.com/onlinetools/spacegroups.html>.
- **COD (Crystallography Open Database)** - база данных кристаллических структур органических, неорганических, металло-органических соединений и минералов, за исключением биополимеров. <http://www.crystallography.net/>

## 9.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Анищик, В.М. Дифракционный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Анищик, В.В. Понарядов, В.В. Углов. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2011. — 216 с.
2. Белов, Н.П. Основы кристаллографии и кристаллофизики. Часть I. Введение в теорию симметрии кристаллов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.П. Белов, О.К. Покопцева, А.Д. Яськов. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2009. — 46 с.
3. Фетисов, Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 672 с.
4. Розин, К.М. Кристаллофизика. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.М. Розин, В.С. Петраков. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2006. — 248 с.
5. Николаев, А.А. Кристаллофизика минералов. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2009. — 45 с.
6. Никитенко, Ю.В. Рефлектометрия поляризованных нейтронов [Электронный ресурс] : / Ю.В. Никитенко, В.Г. Сыромятников. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 217 с.
7. Павлинский, Г.В. Основы физики рентгеновского излучения [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 240 с.
8. Сонин, А.С. Курс макроскопической кристаллофизики [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 256 с.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**  
Мультимедийная аудитория: 12 столов на 24 посадочных мест, стол и стул для преподавателя, доска, Проектор Sanyo PLC-xi70 (SVGA.1500 ansi), ноутбук HP ts640. Компьютерные демонстрации, презентации для сопровождения лекций. Съёмка профилей линий производится в дискретном режиме (съёмка "по точкам") на дифрактометре Bruker Advance D8. Обработка результатов производится в соответствии с описанием программы FullProf.

**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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий. Академическая активность	7, 1-17	30
Коллоквиумы	7, 16-17	50
Домашние работы	7, 1-17	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий. Академическая активность	7, 1-17	30
Графические работы	15	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрены</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**

*Не предусмотрено*

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	1.0



**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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских

	выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	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 используется

## **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**

*не предусмотрено*

### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Рассеяние рентгеновских лучей, области применения.
2. Какие характеристики необходимы для расчета теоретических дифрактограмм? Как рассчитать теоретическую дифрактограмму поликристалла?
3. Правила погасания дифракционных рефлексов. Индексирование дифрактограммы кубического кристалла.
4. Вывод интерференционного уравнения Лауэ
5. Факторы интенсивности дифрагированных лучей.
6. Вывод зависимости полуширины линии от мелкодисперсности (формула Шеррера-Селякова) и относительной деформации
7. Сравнительный анализ рентгенографических и нейтронографических методов исследования.
8. Влияние размеров кристаллитов на ширину дифракционных максимумов.
9. Особенности дифракционных методов исследования мелкодисперсных объектов.
10. Определение формы и размеров кристаллитов методом Фурье анализа.
11. Общая характеристика программы FullProf. Ее характерные особенности.
12. Метод полнопрофильного анализа.
13. Описание форм и ширины пика в методе Ритвельда.
14. Метод вычисления, факторы сходимости.

15. Структурный фактор для кристаллической и магнитной ячеек.
16. Связь между интегральными полуширинами дифракционных максимумов нанокристаллического образца и эталона.
17. Нейтрон. Классификация нейтронов по энергиям. Применение нейтронов для исследования структурных особенностей материалов.
18. Рассеяние нейтронов. Дифференциальное сечение рассеяния. Дважды дифференциальное сечение рассеяния. Виды магнитное и немагнитное рассеяние.
19. Нейтронная рефлектометрия. Принципы нейтронной рефлектометрии.
20. Определение величины мелкодисперсности нанокристаллитов методом полнопрофильного анализа.
21. Определение величины микронапряжений нанокристаллитов методом полнопрофильного анализа.
22. Связь между интегральными полуширинами дифракционных максимумов нанокристаллического образца и эталона.
23. Нейтрон. Классификация нейтронов по энергиям. Применение нейтронов для исследования структурных особенностей материалов.
24. Рассеяние нейтронов. Дифференциальное сечение рассеяния. Дважды дифференциальное сечение рассеяния. Виды магнитное и немагнитное рассеяние.
25. Нейтронная рефлектометрия. Принципы нейтронной рефлектометрии.
26. Определение величины мелкодисперсности нанокристаллитов методом полнопрофильного анализа.
27. Определение величины микронапряжений нанокристаллитов методом полнопрофильного анализа.
28. Свойства нейтрона. Малогабаритные источники нейтронов.
29. Реакция деления урана. Стационарные исследовательские реакторы.
30. Реакция синтеза. Фотоядерные реакции. Испарительные реакции.
31. Замедление нейтронов.
32. Временная структура нейтронного потока от стационарного и импульсного источников.
33. Принцип измерения по времени пролета.
34. Упругое и неупругое рассеяние нейтронов.
35. Когерентное и некогерентное рассеяние нейтронов.
36. Дважды дифференциальное сечение рассеяния нейтронов.
37. Ядерное рассеяние нейтронов. Плоская и сферическая нейтронные волны.
38. Парная корреляционная функция. Автокорреляционная функция.
39. Природа магнитного рассеяния нейтронов.
40. Дважды дифференциальное сечение магнитного рассеяния нейтронов.
41. Дифракция нейтронов на ферромагнитной, антиферромагнитной структурами.
42. Дифракция нейтронов на несоизмеримой структуре.
43. Типичная схема эксперимента по рассеянию нейтронов.
44. Способы повышения разрешения нейтронной установки.
45. Кристаллические монохроматоры.
46. Детектирование нейтронов.
47. Структурный фактор и интенсивность ядерного рефлекса.
48. Структурный фактор, форм-фактор и интенсивность магнитного рассеяния.
49. Принципы расчета магнитной структуры с помощью программы "Fullprof".
50. Принципы малоуглового эксперимента.
51. Рефлектометрия на тонкой плоскопараллельной пленке.

### **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*

### **8.3.9. Перечень примерных вопросов для коллоквиумов**

Масса, заряд, спин и время жизни нейтрона. Источники нейтронов на основе реакции деления. Нейтронные источники на основе ускорителей частиц. Замедление нейтронов. Нейтронный поток от стационарного и импульсного источников нейтронов. Дифференциальное и дважды дифференциальное сечения взаимодействия. Амплитуда когерентного и некогерентного рассеяния нейтронов. Природа магнитного рассеяния нейтронов. Дважды дифференциальное сечение магнитного рассеяния нейтронов. Векторная зависимость магнитного рассеяния нейтронов. Дифракция нейтронов на упорядоченных магнитных структурах. Неупругое рассеяние нейтронов на фононах и магнонах. Типичная схема эксперимента по рассеянию нейтронов. Коллимация нейтронных пучков. Нейтроноводы. Кристаллические монохроматоры. Детекторы нейтронов. Основы обработки порошковых нейтронограмм: компьютерные программы Fullprof, Sarah, Mody-2. Малоугловая дифракция. Основные теоретические представления. Понятие контраста. Приближение однородных частиц. Приближение Гинье. Ивариант Порода. Приближение сферически симметричной частицы. Нейтронная рефлектометрия. Основные принципы нейтронной рефлектометрии. Тонкая плоскопараллельная пленка. Шероховатая поверхность. Магнитная рефлектометрия.

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**

**МАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Экспериментальные методы функционального материаловедения	<b>Код модуля</b> 1129788
<b>Образовательная программа</b> Физика	<b>Код ОП</b> 03.03.02/01.02
<b>Направление подготовки</b> Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.03.02
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> <b>07.08.2014 № 937</b>

Екатеринбург 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Катаев Василий Анатольевич	к.ф.-м.н., доцент	доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов	
2	Незнахин Дмитрий Сергеевич	к.ф.-м.н.	ассистент	магнетизма и магнитных наноматериалов	

**Руководитель модуля**

В.Г. Плещев

**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 «Магнитные измерения»

### 1.9. Аннотация содержания дисциплины

Важнейшим моментом в изучении магнитных полей является определение числовых значений напряженности и индукции магнитного поля. Так же когда речь идет о магнитных материалах необходимо численно характеризовать те или иные магнитные параметры магнитоупорядоченного материала. В курсе «Магнитные измерения» изучаются следующие вопросы: общая характеристика процессов измерения; магнитные характеристики вещества и поля, единицы их измерения; общие положения и анализ магнитных цепей; намагничивающие устройства; измерители напряженности магнитного поля, магнитной индукции и намагниченности образцов; магнитные преобразователи на основе квантовых явлений; особенности измерений в динамических магнитных полях.

### 1.10. Язык реализации программы – русский.

### 1.11. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результатом освоения 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;

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

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений);

ДПК6 - владеть основными технологическими приёмами регулирования свойств магнитных материалов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: физические принципы, лежащие в основе современных магнитных измерений; особенности измерений различных магнитных характеристик магнитоупорядоченных материалов.

Уметь: решать задачи по определению величины магнитного поля, осуществлять переводы единиц измерения магнитных величин между различными системами единиц.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): основными методиками измерений различных магнитных характеристик материалов.

### 1.12. 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	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	17	7.65	17
6.	Промежуточная аттестация - зачет	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

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Общая характеристика процессов измерения. Физические величины и единицы измерения. Виды и методы измерений. Погрешности измерений.
P2	Магнитные характеристики вещества и поля, единицы измерения	Общая характеристика проблемы магнитных измерений. Магнитное поле и магнитная индукция. Магнитные параметры намагничиваемых сред. Магнитные характеристики сильномагнитных веществ и материалов.
P3	Магнитные цепи, образцы, анализ магнитных цепей	Общие положения теории магнитных цепей. Замкнутая магнитная цепь. Частично замкнутая магнитная цепь. Разомкнутая магнитная цепь.
P4	Намагничивающие устройства	Проводник с током. Катушки Гельмгольца. Соленоиды. Сверхпроводящие соленоиды. Устройства импульсного намагничивания. Электромагнит.
P5	Измерения магнитной индукции, намагниченности и напряженности магнитного поля	Баллистический гальванометр. Веберметры. Цифровые интеграторы. Метод магнитных весов. Маятниковый магнитометр. Метод магнитной стрелки. Астатический магнетометр. Вибромагнетометр. Физические основы измерения напряженности внутреннего магнитного поля. Плоские накладные катушки. Магнитный потенциалметр. Феррозонд. Преобразователи на основе гальваномагнитных эффектов. Магниторезисторы.
P6	Квантовые преобразователи и преобразователи на основе сверхпроводимости	Преобразователи на основе ЯМР. Преобразователи на основе ЭПР. Магнитометры на основе SQUID.
P7	Нейтроннографические и синхротронные исследования магнитных материалов	Определение магнитного состояния вещества с использованием нейтронного и синхротронного излучений
P8	Измерение динамических магнитных характеристик материалов	Условия измерения. Измерение динамической кривой намагничивания и петли гистерезиса. Расчет значений индукции и поля при динамическом режиме перемагничивания. Определение магнитных потерь.

## 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 5.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Очная форма обучения





#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.3. Лабораторный практикум *не предусмотрено*

##### 4.4. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1-2	Перевод из СИ в СГС различных магнитных величин	5
P3	3-5	Расчет магнитной цепи	8
P4	6-10	Соленоид	6
P5	11-12	Доменные границы в ферромагнетиках	6
P6	12-15	Точные решения микромагнитных уравнений	6
P7	15-17	Методы конечных разностей и конечных элементов	6
P8	18-21	Определение коэффициента формы сигналов	5

Всего: 42

##### 4.5. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 4.3.17. Примерный перечень тем домашних работ – *не предусмотрено*

##### 4.3.18. Примерный перечень тем графических работ – *не предусмотрено*

##### 4.3.19. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ) –

1. Методы определения констант магнитной анизотропии (по работе намагничивания, по методу вращающих моментов, из закона приближения к насыщению)
2. Определение спонтанной намагниченности и температуры Кюри (по методу графиков Арротта, по измерению магнитокалорического эффекта, по измерению теплоемкости)
3. Методы наблюдения доменной структуры
4. Магнитострикция и методы ее измерения
5. Способы измерения слабых магнитных полей с использованием ГМС и ГМИ
6. Магнитные системы защиты товаров от краж в магазинах
7. Методы измерения магнитного поля Земли и других планет
8. Влияние электромагнитного поля на живые организмы, безопасные уровни напряженностей полей
9. Магнитооптические тесламетры

##### 4.3.20. Примерный перечень тем расчетных работ (программ. продуктов) – *не предусмотрено*

##### 4.3.21. Примерный перечень тем расчетно-графических работ - *не предусмотрено*

##### 4.3.22. Примерная тематика курсового проекта (работы) – *не предусмотрено*

##### 4.3.23. Примерный перечень тем контрольных работ – *не предусмотрено*

##### 4.3.24. Примерная тематика коллоквиумов

Источники магнитного поля

## 9. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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)
1-8				+								

### 10. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

### 9. 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. Е.С. Боровик, В.В. Еременко, А.С. Мильнер. Лекции по магнетизму. М.: Физматлит, 2005. 512 с. <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=2118>
2. Катаев В. А. Учебно-методический комплекс дисциплины "Методы измерений электрических и магнитных свойств функциональных материалов". – 2008. <URL:http://elar.urfu.ru/handle/10995/1545>
3. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин. – М.: Стандартинформ- 2002.
4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника. /п/р Кима К.К. – С-Пб.: Питер, 2011.
5. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Методы обработки прямых многократных измерений. М.: Стандартинформ, 2011.

##### 9.1.2.Дополнительная 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. В.И. Чечерников Магнитные измерения.- Изд-во МГУ,1969.- 387 с.
3. И.И. Кифер Испытания ферромагнитных материалов. М.: Энергия, 1969. 360 с.

#### 9.2.Методические разработки

*Не используются*

#### 9.3.Программное обеспечение

Программный пакет Microsoft office

#### 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

В качестве источников информации могут использоваться Интернет-ресурсы,

публикации в периодической научно-технической литературе.

#### **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 для сопровождения лекций

**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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций	7, 1-17	20
Академическая активность	7, 1-17	10
Мини-контрольные	7, 1-17	40
Коллоквиум	7, 10	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	7, 1 – 16	50
Академическая активность	7, 1-16	10
Реферат	7, 10-17	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: - не предусмотрено</b>		
<b>коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрено**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 7	1.0

**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**

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: 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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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,	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность,

		проявляет активность.	трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	--	-----------------------	---

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

*НТК не используется*

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных –

1. Назовите и охарактеризуйте различные виды и методы измерений.
2. Перечислить приставки и множители для образования кратных и дольных единиц.
3. Систематическая погрешность: источники, способы исключения.
4. Случайная погрешность.
5. Охарактеризовать методическую погрешность измерения.
6. Определение первичного преобразователя.
7. Показать, что единица измерения магнитной индукции, определяемая из закона Ампера и из закона электромагнитной индукции, одна и та же.
8. Назвать величину и единицу измерения магнитной константы ( $\mu_0$ ).
9. Назвать единицу намагниченности в СИ.
10. Определение магнитной цепи.
11. Закон полного тока.
12. Определение магнитного потока.
13. Расчет напряженности магнитного поля, созданного линейным проводником.
14. Формула Гопкинсона для частично замкнутой магнитной системы.
15. Что такое константа соленоида?
16. Перечислите источники магнитного поля.
17. В чем заключаются принципиальные основы измерения магнитного потока?
18. Как действует баллистический гальванометр?
19. Принцип действия фотовеберметра.
20. Особенности соединения измерительных катушек в вибрационном магнитометре.
21. Магнитное изображение.
22. Принцип работы весов Фарадея.
23. Изменение напряженности магнитного поля при переходе через границу раздела воздух-ферромагнетик.
24. Особенности конструкции плоских накладных катушек (катушки поля).
25. Эффект Холла.
26. Магниторезистивный эффект.
27. Ядерный магнитный резонанс.
28. Эффект Джозефсона.
29. СКВИД.
30. Глубина проникновения переменного магнитного поля в образец.
31. Режимы перемагничивания.
32. Магнитные потери.
33. Чему обратно пропорциональна напряженность магнитного поля в электромагните?
34. Какую магнитную характеристику можно определить используя ферромагнитную аномалию теплоемкости?
35. Формула для расчета напряженности магнитного поля при намагничивании тороидального образца.
36. Величина и размерность магнитной константы.
37. Измерение намагниченности с использованием пондеромоторных сил.
38. На чем основано измерение намагниченности при помощи вибромагнитометра?
39. Формула для расчета магнитного поля в зазоре электромагнита.

40. Единица измерения магнитного момента.
41. Магнитное изображение.
42. Абсолютная магнитная проницаемость.
43. Магнитодвижущая сила.
44. Эффект, лежащий в основе работы SQUID.
45. Соотношение единиц напряженности магнитного поля в СИ и СГС.
46. В чем состоит метод графиков Аррота?
47. Метод, на основе которого возможно наиболее точное определение напряженности магнитного поля.
48. Теоретическая основа измерения напряженности внутреннего магнитного поля.
49. Измерительная часть астатического магнетометра.
50. Размагничивающий фактор шара в СИ и СГС

**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 тем контрольных работ** – не предусмотрено.

**8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета**

- 1) Виды измерений.
- 2) Методы прямых измерений.
- 3) Систематическая погрешность: источники, исключение, неисключенная систематическая погрешность.
- 4) Случайная погрешность.
- 5) Методика обработки результата измерения при многократных измерениях.
- 6) Магнитная индукция и напряженность магнитного поля.
- 7) Привести единицы измерения  $M$ ,  $H$ ,  $B$ ,  $\mu$ ,  $\chi$  в СИ и СГС и соотношение между ними.
- 8) Каково численное значение и размерность магнитной константы?
- 9) Основные требования, предъявляемые к образцам при проведении магнитных измерений?
- 10) Дайте характеристику основных способов размагничивания образцов.
- 11) Что называют магнитной цепью?
- 12) Дайте характеристику понятия магнитодвижущей силы.
- 13) От чего зависит магнитное сопротивление цепи?
- 14) Сформулируйте и запишите закон для магнитной цепи.
- 15) Дайте характеристику основных видов магнитных цепей.
- 16) Вывести формулу для расчета магнитного поля при намагничивании образцов линейным током. Проанализируйте ее.
- 17) Вывести формулу для расчета магнитного поля при намагничивании образцов с помощью равномерно нанесенной обмотки. Проанализируйте ее.
- 18) Вывести формулу для расчета магнитного поля при намагничивании образцов в пермеамetre (формулу Гопкинсона). Проанализируйте ее.
- 19) Дайте характеристику разомкнутой магнитной цепи, каковы особенности проведения измерений в РМЦ?
- 20) Приведите предпочтительные формы образцов для проведения измерений в РМЦ и величину размагничивающего фактора для них в СИ и СГС.
- 21) Конфигурация и назначение катушек Гельмгольца, расчет поля в них.
- 22) Виды соленоидов, способы повышения однородности поля в соленоидах. Расчет поля в однослойном соленоиде.
- 23) Получить зависимость поля в электромагните от параметров электромагнита и проанализировать ее.
- 24) Устройство баллистического гальванометра. Проанализировать работу БГ в импульсном режиме, показать возможность использования БГ для магнитных измерений.
- 25) Устройство магнитоэлектрического веберметра. Проанализировать работу веберметра, назвать условия необходимые для выполнения линейной связи  $\Delta\Phi \sim \alpha$ .
- 26) Проанализировать принцип действия фотоэлектрического веберметра.
- 27) Проанализировать принцип цифрового интегрирования ЭДС.
- 28) Дать характеристику индукционно-импульсной методики определения магнитных свойств.



В чем состоит физический смысл коммутации тока?

29) Дать характеристику методов определения квазистатических петель гистерезиса:  $H = \text{const}$ ,  $B = \text{const}$ .

30) Как учитывается поток магнитного поля в воздушном зазоре при проведении измерений магнитной индукции?

31) Назовите физические эффекты, используемые для измерения намагниченности тел.

32) Дать характеристику способа измерения намагниченности, основанного на использовании явления электромагнитной индукции. Получить/привести выражение для расчета  $J$ .

33) Дать характеристику метода магнитных весов для измерения намагниченности. Получить/привести выражение для расчета  $J$ .

34) Дать характеристику метода магнитной стрелки (магнитометра) для измерения намагниченности. Получить/привести выражение для расчета  $J$ .

35) Устройство и принцип действия астатического магнитометра (без вывода уравнения преобразования).

36) Устройство и принцип действия вибромагнитометра (получить ур-е преобразования).

37) В чем заключается физическое обоснование возможности измерения внутреннего поля? Назвать условия, которые необходимо соблюдать при проведении измерений  $H_i$ .

38) Дать характеристику метода накладных катушек для измерения  $H_i$ .

39) Дать характеристику метода, использующего датчик Холла для измерения  $H_i$ .

40) Магнитный потенциалметр: устройство и принцип действия.

41) Феррозонд: устройство и принцип действия.

42) Применение ЯМР для измерения магнитного поля.

43) Физические основы работы СКВИД-магнитометра.

44) Определение спонтанной намагниченности и температуры Кюри по методу графиков Арротта.

45) Определение спонтанной намагниченности и температуры Кюри по методу линий равной намагниченности.

46) Определение спонтанной намагниченности и температуры Кюри по измерению магнитокалорического эффекта.

47) Определение температуры Кюри по измерению теплоемкости.

48) Определение явления магнитной анизотропии, виды анизотропии, описание анизотропии.

49) Определение констант анизотропии по работе намагничивания.

50) Определение констант анизотропии методом вращающих моментов.

51) Определение констант анизотропии на поликристаллах из ЗПН.

52) Определение явления магнитострикции, описание магнитострикции.

53) Тензометрический метод измерения магнитострикции.

54) Механооптический, емкостный, интерференционный методы измерения магнитострикции.

55) Общая характеристика доменной структуры в магнитоупорядоченных веществах.

56) Метод магнитной суспензии и магнитооптические методы наблюдения доменной структуры.

57) Методы лоренцевской и растровой электронной микроскопии для наблюдения доменной структуры.

58) Поверхностная и внутренняя доменная структура, рентгенографический метод выявления доменов.

59) Особенности, возникающие при проведении измерений в переменных магнитных полях. Дать характеристику режимов синусоидального поля и синусоидальной индукции.

60) Дать методическое обоснование возможности определения амплитуды магнитной индукции по измеренному средневывпрямленному и эффективному значениям ЭДС.

61) Дать методическое обоснование возможности определения магнитных потерь с помощью электрических измерений.

62) Метод амперметра-вольтметра для определения динамических кривых намагничивания, метод осциллографа для наблюдения динамических петель перемагничивания.

63) Метод феррометра для определения динамических характеристик магнитных материалов.

64) Метод прямоугольно-координатного потенциометра (компенсатора) для определения

динамических характеристик магнитных материалов.

65) Принцип действия электродинамического преобразователя мощности.

66) Принцип действия электростатического преобразователя мощности.

67) Метод амперметра–вольтметра-ваттметра для определения магнитных потерь.

68) Другие методы определения магнитных потерь (суммо-разностный метод, цифрового интегрирования, калориметрический).

69) Мостовой метод измерения динамических магнитных характеристик.

70) Определение эффективного поля на ядре с помощью эффекта Мессбауэра.

71) Магнитная нейтронография.

**8.3.6. Перечень примерных вопросов для экзамена – не предусмотрено**

**8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации – не предусмотрено.**

**8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля – не предусмотрено.**

**8.3.9. Перечень примерных вопросов для коллоквиумов**

1) Линейный проводник с током

2) Соленоид Биттера

3) Катушки Гельмгольца

4) Гибридные соленоиды

5) Прямоугольная рамка с электрическим током