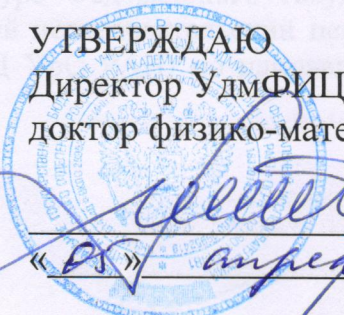



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
«УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР»  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(УдмФИЦ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор УдмФИЦ УрО РАН,  
доктор физико-математических наук

  
  
М.Ю. Альес  
« 05 » апреля 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Приборы и методы экспериментальной физики»**

Направление подготовки  
*03.06.01 Физика и астрономия*

Направленность (профиль) подготовки  
*01.04.11. «Физика магнитных явлений»*

Квалификация (степень) выпускника  
*Исследователь. Преподаватель-исследователь.*

Форма обучения  
*очная*

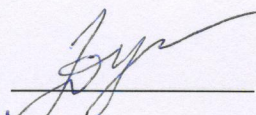
**Ижевск**



Рабочая программа сформирована в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (Приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 № 867), программой-минимум по специальности 01.04.11. «Физика магнитных явлений»; паспортом специальности научных работников 01.04.11. «Физика магнитных явлений»; учебным планом подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (далее УдмФИЦ УрО РАН) по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия».

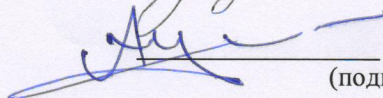
Составители рабочей программы:

г.н.с., д.ф.-м.н.



Г.А. Дорофеев

г.н.с., д.т.н.

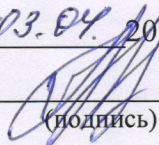


А.И. Ульянов  
(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Президиума Удмуртского федерального исследовательского центра УрО РАН.

Протокол № 7 от 03.04.2018 г.

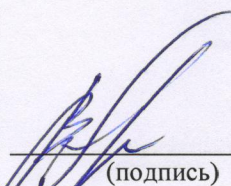
Глав.ученый секретарь \_\_\_\_\_ Поздеев И.Л.



(подпись)

Согласовано:

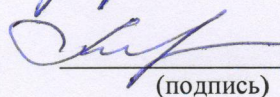
Первый заместитель директора  
по естественно - научному направлению, д.ф.-м.н.



(подпись)

В.Ю. Трубицын

Зав. аспирантурой, к.ф.-м.н.



(подпись)

М.Ю. Лебедева



## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** – формирование у аспирантов углубленных знаний в области современных приборов и методов экспериментальной физики, ознакомление с методами математической обработки экспериментальных данных, исследования структуры и свойств конденсированных сред, включая металлические расплавы и твердые тела, а также поверхности твердых тел.

### **Задачи:**

- формирование у аспирантов общих представлений о фундаментальных основах математической обработки экспериментальных данных, теории ошибок, общей методологии проведения эксперимента;
- формирование представлений о физических принципах экспериментальных методов исследования в области физики конденсированного состояния и физики магнитных явлений, о принципах устройства и работы современного аналитического оборудования;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при самостоятельном проведении научных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина Приборы и методы экспериментальной физики является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 направления подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, направленность 01.04.11- Физика магнитных явлений. Дисциплина необходима при подготовке к сдаче зачета и подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта. Для освоения дисциплины требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Физика магнитных явлений,
- Физика конденсированного состояния.

Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» изучается на 3 курсе обучения.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Приборы и методы экспериментальной физики» в соответствии с ООП по направлению подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, направленность 01.04.11 Физика магнитных явлений, направлен на формирование у аспиранта следующих компетенций:

### **Профессиональные компетенции:**

- способность проводить самостоятельные исследования в области физики магнитных явлений, владеть современными методами физического эксперимента, а также способность анализировать экспериментальные данные (ПК-1).
- способность принимать участие в развитии методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики магнитных явлений (ПК-3).

В результате освоения дисциплины аспирант должен

### **знать:**

- современные расчетно-теоретические и экспериментальные методы в области физики магнитных явлений, ЗЗ(ПК-1);
- возможности и ограничения расчетно-теоретических и экспериментальных методов в области магнетизма и физики конденсированного состояния З1(ПК-3).

### **уметь:**

- критически анализировать современные методы и методические подходы в научных исследованиях в области физики магнитных явлений, У1(ПК-3).
- применять базовые знания и методы физики магнитных явлений и физики конденсированного состояния в научных исследованиях. У2(ПК-1).

**владеть:**

- теоретическими основами расчетных и экспериментальных методов и подходов физики магнитных явлений В1(ПК-3);
- современными расчетными и экспериментальными методами, необходимыми для решения научно-исследовательских задач В2(ПК-3);
- способностью аргументированного выбора методов и средств решения задач магнетизма В2(ПК-1).

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕ), 144 академических часа.

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	144
Аудиторная работа (всего):	40
в том числе:	
Лекции	36
Практические занятия (ПЗ)	4
Семинары (С)	
Самостоятельная работа и/или другие виды самостоятельной работы (СР)	68
Вид итогового контроля (зачет/экзамен)	Зачет
Зачет	36

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость в часах	Лекции	ПЗ	СР
1	Математическая обработка экспериментальных данных	12	6	4	4
2	Дифракционные и резонансные методы	28	6	0	22
3	Методы исследования поверхности	22	8	0	14
4	Методы термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии	10	2	0	8
5	Методы электронной микроскопии.	16	6	0	10
6	Магнитные методы исследования.	20	8	0	10
7	Зачет	36	0	0	0
	Всего	144	36	4	68

### 5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	<b>Математическая обработка экспериментальных данных</b>	
1.1.	Математическая обработка экспериментальных данных.	Некоторые вероятностные распределения. Оценки функции распределения и плотности вероятности. Оценка параметров: метод максимального правдоподобия и наименьших квадратов. Прямые и косвенные измерения. Некорректность обратных задач.
2.	<b>Дифракционные и резонансные методы</b>	
2.1.	Рентгеноструктурный анализ.	Основные понятия кристаллографии. Физическая природа дифракции рентгеновских лучей на решетке. Устройство рентгеновского дифрактометра. Параметры решетки. Фазовый анализ. Дифракция на аморфных телах. Аппаратурное уширение рентгеновских рефлексов. Анализ субструктуры (размера кристаллитов, микроискажений решетки, дефектов упаковки) по уширению и сдвигу дифракционных рефлексов. Применение рентгеновской дифракции для исследования нанокристаллов.
2.2.	Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия	Гамма-резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых $\gamma$ -квантов. Допплеровское уширение и энергия отдачи. Процедура получения $\gamma$ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные и магнитные взаимодействия. Возможности применения $\gamma$ -резонансной спектроскопии в физике твердого тела.
2.3.	Метод протяженной тонкой структуры спектров поглощения рентгеновских лучей (EXAFS)	Теоретическое описание протяженной тонкой структуры рентгеновских спектров поглощения (EXAFS-спектры). Получение информации о локальной атомной структуре из рентгеновских спектров поглощения. Экспериментальные установки для изучения спектров EXAFS.

3	<b>Методы исследования поверхности и тонких пленок</b>	
3.1.	Оже-электронная спектроскопия	Теория Оже-эффекта. Основные параметры Оже-электронных спектров. Применение Оже-спектроскопии для исследования и анализа поверхности твердых тел.
3.2.	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	Физические основы метода РФЭС. Рентгеновские фотоэлектронные спектры. Мультиплетная и сателлитная структура РФЭС-спектров. Химический сдвиг в спектрах и его интерпретация. Межатомная химическая связь. Анализ спектров валентных электронов. Количественный анализ. Разрешающая способность метода РФЭС и его возможности. Глубина анализа. Устройство рентгеноэлектронного спектрометра.
3.3.	Зондовые методы исследования поверхности, атомная силовая микроскопия	Конструкция и принцип работы атомного силового микроскопа. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы. Обработка полученных изображений.
4	<b>Методы термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии</b>	
4.1.	Методы термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии.	Теоретические основы метода: Измерение тепловых эффектов, теплоемкости, расчет температурного вклада в энтальпию, оценка энтропии, построение фазовых диаграмм.
5	<b>Методы электронной микроскопии.</b>	
5.1.	Просвечивающая электронная микроскопия и дифракция электронов.	Устройство электронного микроскопа, его характеристики. Формирование изображения структуры и картины дифракции в просвечивающем электронном микроскопе. Природа контраста изображения в просвечивающем электронном микроскопе: дифракционный и абсорбционный контраст. Светлопольный и темнопольный режим. Подготовка образцов. Исследование микроструктуры. Искажения экспериментальных данных, аберрации.
5.2.	Сканирующая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ.	Устройство сканирующего электронного микроскопа. Формирование изображения в поглощенных и обратно рассеянных электронах. Возможности исследования структуры. Методы работы с непроводящими объектами. Рентгеновский спектральный микроанализ. Типы рентгеновских спектрометров: энергодисперсионный и волновых дисперсий. Получение элементного состава в точке, по линии и карты. Обработка результатов анализа состава.
6	<b>Магнитные методы исследования.</b>	
6.1.	Методы измерения магнитных свойств.	Магнитное поле: понятие, характеристики, единицы измерения. Магнитные свойства веществ: классификация, характеристики. Поведение вещества во внешнем магнитном поле. Намагниченность, зависимость намагниченности от температуры и внешнего магнитного поля, гистерезис. Магнитные фазовые переходы. Магнетизм малых частиц. Методы получения магнитных полей: соленоиды, электромагниты, сверхпроводящие соленоиды. Методы измерения напряженности магнитного поля: баллистический метод, феррозонды, датчики Холла, метод ядерного магнитного резонанса. Установки для измерения магнитных характеристик: баллистическая установка, вибрационный магнитометр, СКВИД-магнитометр,

		коэрцитиметры. Установки фазового анализа методом температурной зависимости начальной магнитной восприимчивости и методом измерения намагниченности насыщения ферромагнитных материалов. Их устройство и принцип работы.
6.2.	Электромагнитно-акустическое преобразование (ЭМАП).	Физическая природа ЭМАП, принципы регистрации, возбуждение, взаимодействие и распространение в проводящих средах электромагнитных, акустических и спиновых колебаний. Характеристики ЭМАП. Применение в ультразвуковом неразрушающем контроле.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведётся с применением как традиционных методов (лекции, практические занятия), так и с использованием инновационных подходов: активное участие аспирантов в научных семинарах подразделений УдмФИЦ УрО РАН по профилю подготовки, представление докладов на научной конференции молодых ученых и молодежных научных школах, подготовка научных статей, подготовка презентаций по литературе для дополнительного изучения.

Аудиторные занятия, целью которых является освоение теоретических основ дисциплины, проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного оборудования. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Практические занятия (семинары) имеют своей целью освоение расчетно-теоретических методов, используемых при решении задач, развития навыков рационального выбора методов решения, подробное обсуждение отдельных тем дисциплины.

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает углубленное освоение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий, подготовку к текущему, промежуточному и итоговому контролю успеваемости. В целях формирования способности к критическому анализу информации и поиску путей решения поставленных задач в дальнейшей профессиональной деятельности используется технология проблемного обучения, требующая значительных временных ресурсов, что предусмотрено структурой дисциплины и предполагает самостоятельную проработку учебно-проблемных задач аспирантами, выполняемую с привлечением основной и дополнительной литературы; поиск необходимой научно-технической информации в открытых источниках, консультации с преподавателем.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на персональных рабочих местах аспирантов с доступом к ресурсам «Интернет», в научных подразделениях УдмФИЦ УрО РАН с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

### 6.2. Основные сведения об электронно-библиотечной системе

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантирует возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы.

УдмФИЦ УрО РАН обеспечивает каждого аспиранта основной учебной и учебно-методической литературой, методическими пособиями, необходимыми для организации образовательного процесса по всем дисциплинам лицензируемых образовательных программ, в соответствии с требованиями к основной образовательной программе послевузовского профессионального образования и паспортом специальностей ВАК. Научно-техническая библиотека Центра удовлетворяет требованиям Примерного положения о формировании

фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27.04.2000 № 1246.

Фонд научно-технической библиотеки насчитывает 56242 (11103) экземпляра книг и журналов. Ежегодно библиотека получает научные, научно-популярных и общественно-политические периодические издания. Формирование фонда библиотеки осуществляется в соответствии с профилем УдмФИЦ УрО РАН, образовательными программами аспирантуры, тематикой научных исследований РАН.

### **6.3. Рекомендуемая основная литература:**

1. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982, 632 с.
2. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. М.: Металлургия, 1990. 336 с.
3. Вертхейм Г. Эффект Мессбауэра. М.: Мир, 1966, 172 с.
4. Анализ поверхности методами Оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха. М.: Мир, 1987. 600 с.
5. Беллами, Л. ИК-спектры сложных молекул. М.: ИЛ, 1963. 388 с.
6. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. М.: Техносфера, 2005. 144 с.
7. Смит, А.Л. Прикладная спектроскопия: основы, техника, аналитическое применение. М.: Мир, 1982. 327 с.
8. Эндрюс К., Дайсон Д., Киоун С. Электронограммы и их интерпретация. Пер. с англ. М.: Мир, 1971. – 256 с.
9. Гоцлдстейн Дж., Ньюбери Д., Эчлин П., Джой Д., Фиори Ч., Лифшин Э. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. В 2-х книгах, М.: Мир, 1984.
10. Хеммингер В., Хене Г. Калориметрия. Теория и практика. М.: Химия, 1989. – 176 с.
11. Чечерников В.И. Магнитные измерения. Из-во МГУ, 1969, 387 с.
12. Антонов, В.Г., Петров Л.М., Щелкин А.П., Средства измерений магнитных параметров материалов. Энергоатомиздат, 1986, 216 с.

### **6.4. Дополнительная литература:**

1. Уманский М.М., Золина З.К. Сборник задач по рентгеноструктурному анализу – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975, 232 с.
2. Нефедов, В.И. Рентгеноэлектронная спектроскопия химических соединений (справочник). М.: Химия, 1984. 256 с.
3. Троян В.И., Пушкин М.А., Борман В.Д., Тронин В.Н. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела. М.: МИФИ, 2008. – 260 с.

### **6.5. Основные Интернет-ресурсы:**

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>
2. Академия Google <https://scholar.google.ru/>
3. Сайт Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
4. Сайт ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com/>
5. Библиотека «Все для студента» <http://www.twirpx.com/>

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

### **7.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как



устный опрос. Оценка успеваемости аспиранта производится преподавателем, ведущим дисциплину на основе результатов текущего контроля.

Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

### **7.2. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль осуществляется в соответствии с учебным планом. Оценка успеваемости аспиранта производится преподавателем, ведущим дисциплину на основе результатов текущего контроля.

### **7.3. Промежуточная аттестация**

Осуществляется в конце третьего курса и завершает изучение дисциплины «Приборы и методы экспериментальной физики». Форма аттестации – зачет в письменной или устной форме или представление реферата на заданную тему. На зачете аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Приборы и методы экспериментальной физики». Реферат представляется на семинаре профильного подразделения Удм-ФИЦ УрО РАН. Содержание реферата включает физические принципы рассматриваемого метода, его методические особенности, принципы устройства экспериментальной техники, возможности практического применения в предметной области. Семинар после обсуждения оценивает работу аспиранта в форме устного объявления результатов (утверждаются открытым голосованием постоянных участников семинара).

#### **Примерные темы рефератов.**

1. Рентгеноструктурный анализ.
2. Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия
3. Метод протяженных тонких структур спектров рентгеновского поглощения.
4. Оже-электронная спектроскопия
5. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия
6. Зондовые методы исследования поверхности.
7. Методы электронной микроскопии.
8. Методы измерения магнитных свойств.
9. Электромагнитно-акустическое преобразование

#### **Основные вопросы для подготовки к зачету:**

1. Некоторые вероятностные распределения. Оценки функции распределения и плотности вероятности.
2. Оценка параметров: метод максимального правдоподобия и наименьших квадратов..
3. Прямые и косвенные измерения. Некорректность обратных задач.
4. Физическая природа дифракции рентгеновских лучей на решетке.
5. Устройство рентгеновского дифрактометра. Юстировка дифрактометра.
6. Качественный и количественный фазовый анализ в рентгенографии.
7. Дифракция рентгеновских лучей на аморфных телах.
8. Аппаратурное уширение рентгеновских рефлексов. Анализ субструктуры (размера кристаллитов, микроискажений решетки, дефектов упаковки) по уширению и сдвигу дифракционных рефлексов.
9. Применение рентгеновской дифракции для исследования нанокристаллов.
10. Устройство просвечивающего электронного микроскопа, его характеристики, увеличение и разрешение.
11. Формирование изображения структуры и картины дифракции в просвечивающем электронном микроскопе.
12. Светлопольный и темнопольный режим просвечивающего электронного микроскопа.
13. Устройство сканирующего электронного микроскопа. Формирование изображения в поглощенных и обратно рассеянных электронах. Методы работы с непроводящими объектами.

14. Рентгеновский спектральный микроанализ. Типы рентгеновских спектрометров: энергодисперсионный и волновой. Определение элементного состава в точке, по линии и по поверхности (карты распределения элементов).
15. Зондовые методы исследования поверхности. Атомно-силовая микроскопия. Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия
16. Конструкция и принцип работы атомного силового микроскопа. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы. Обработка полученных изображений.
17. Теория Оже-эффекта. Оже-электронная спектроскопия Основные параметры Оже-спектров. Применение Оже-спектроскопии для исследования и анализа поверхности твердых тел.
18. Метод протяженной тонкой структуры спектров рентгеновского поглощения (EXAFS-спектроскопия). Теоретическое описание далекой тонкой структуры рентгеновских краев поглощения (EXAFS-спектры).
19. Получение информации о локальной атомной структуре из рентгеновских спектров поглощения.
20. Физические основы метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Структура рентгеноэлектронных спектров. Химическая связь. Химический сдвиг в спектрах и его интерпретация. Количественный анализ.
21. Разрешающая способность метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и его возможности. Получение рентгеновских фотоэлектронных спектров.
22. Теоретические основы методов термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии и решаемые задачи в физике конденсированного состояния.
23. Измерение тепловых эффектов, теплоемкости, расчет температурного вклада в энтальпию, оценка энтропии в методах термического анализа и ДСК, построение фазовых диаграмм.
24.  $\gamma$ -Резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых  $\gamma$ -квантов. Допплеровское уширение и энергия отдачи.
25. Процедура получения  $\gamma$ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные и магнитные взаимодействия. Возможности применения  $\gamma$ -резонансной спектроскопии в физике твердого тела.
26. Поведение вещества во внешнем магнитном поле. Намагниченность, зависимость намагниченности от температуры и внешнего магнитного поля. Магнитные гистерезисные свойства. Магнитные фазовые переходы. Магнетизм малых (нано-) частиц.
27. Основные магнитные характеристики ферромагнетиков: намагниченность насыщения, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила, петля магнитного гистерезиса. Установки для измерения магнитных характеристик: баллистическая установка, вибрационный магнитометр, СКВИД-магнитометр, коэрцитиметры. Магнитные методы фазового анализа: метод температурной зависимости начальной магнитной восприимчивости и метод измерения намагниченности насыщения ферромагнитных материалов.
28. Физическая природа электромагнитно-акустического преобразования (ЭМАП), принципы регистрации, возбуждение, взаимодействие и распространение в проводящих средах электромагнитных, акустических и спиновых колебаний. Характеристики ЭМАП. Применение в исследованиях твердого тела и ультразвуковом неразрушающем контроле.

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.**

**Критерии оценки реферата**

Оценка «зачтено» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировании теоретических положений практическим материалом.

Также оценка «зачтено» ставится при:

- в целом правильном и полном ответе с негрубыми ошибками или неточностями;
- умении оперировать специальными терминами;
- небольших затруднениях в использовании практического материала;
- не вполне законченных выводах или обобщениях, не носящих принципиального характера, когда установлено, что аспирант обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- наличии одной грубой ошибки;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценка «незачтено» также ставится при:

- отсутствии текста реферата на бумажном носителе и компьютерной презентации, отражающей содержание реферата;
- ответе на вопросы с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальными терминами и их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

### **Критерии оценки знаний на зачете**

Оценка «отлично» на зачете ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировании теоретических положений практическим материалом.

Оценка «хорошо» на зачете ставится при:

- в целом правильном и полном ответе с негрубыми ошибками или неточностями;
- умении оперировать специальными терминами;
- небольших затруднениях в использовании практического материала;
- не вполне законченных выводах или обобщениях.

Оценка «удовлетворительно» на зачете ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- наличии одной грубой ошибки;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценка «неудовлетворительно» зачете не ставится при:

- ответе на все вопросы билета и наводящие вопросы с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальными терминами и их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

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

Лаборатории ФТИ УрО РАН располагают материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

1. Компьютеры с пакетами прикладных программ, выходом в Интернет и в локальную сеть Института, а также принтеры, сканеры и ксероксы;

2. Приборное обеспечение и установки лабораторий, а также Центра коллективного пользования ФТИ УрО РАН;



3. Доступ к библиотечному фонду ФТИ УрО РАН, который укомплектован изданиями научной, учебной и иной литературы, включая периодические издания; к электронно-информационным ресурсам Центральной научной библиотеки УрО РАН и иным ресурсам научной литературы через Интернет.

4. Поддерживается официальный сайт Центра <http://udman.ru>, электронная почта.

5. Имеются учебные аудитории для проведения лекционных занятий, мультимедийное оборудование, программное обеспечение для компьютерных презентаций, обеспечен доступ аспирантов к компьютеру с выходом в Интернет.