

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

«16» _____ 2018 г.



Рабочая программа дисциплины
Приборы и методы экспериментальной физики

Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) подготовки
01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь.

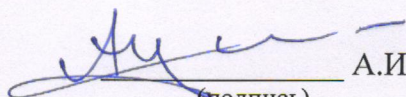
Форма обучения
очная

Ижевск

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 867, программой-минимум по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики», паспортом специальности научных работников 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»; учебным планом ООП 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.

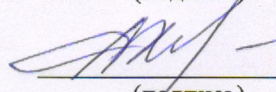
Составители рабочей программы:

г.н.с., д.т.н.



(подпись) А.И. Ульянов

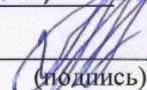
в.н.с., к.ф.-м.н.



(подпись) А.В. Холзаков

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

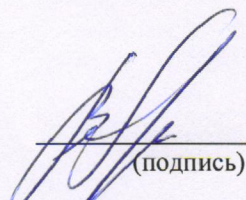
Протокол № 7 от 03.04 2018 г.

Глав.ученый секретарь 

(подпись) Поздеев И.Л.

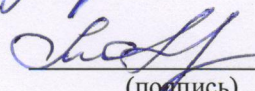
Согласовано:

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, методов сбора и математической обработки экспериментальных данных, исследования структуры и свойств конденсированных сред.

Задачи:

- сформировать у аспирантов общие представления о фундаментальных основах математической обработки экспериментальных данных, теории ошибок, общей методологии проведения эксперимента;
- сформировать у аспирантов представление о физических принципах экспериментальных методов исследования в области физики конденсированного состояния, о принципах устройства и работы современного аналитического оборудования, способах регистрации сигналов, сбора и хранения экспериментальных данных;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при самостоятельном проведении научных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина Приборы и методы экспериментальной физики является обязательной дисциплиной вариативной части Блока 1 ООП направления подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, направленность 01.04.01- Приборы и методы экспериментальной физики (Б1.2ОД1 согласно учебного плана ООП). Дисциплина «Приборы и методы экспериментальной физики» изучается на 1,2 курсе обучения, необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой в рамках университетских курсов физических и технических специальностей общей физики, физики конденсированного состояния, статистической физики, высшей математики и информатики, навыками владения современными компьютерными средствами.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины Приборы и методы экспериментальной физики в соответствии с ОПОП по направлению подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, направленность 01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики, направлен на формирование у аспиранта следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

ОПК-1 – Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

знать:

- передовые достижения в области своих научных интересов, современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности З1(ОПК-1);
- методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования З4(ОПК-1).

уметь:

- планировать, организовывать и проводить научные исследования с применением современной аппаратуры, оборудования, компьютерных технологий и вычислительных средств У2(ОПК-1);
- самостоятельно выполнять экспериментальные, вычислительные (расчетные) физические исследования при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств У3(ОПК-1).

владеть:

- методами исследования и проведения экспериментальных и расчетно-теоретических работ В2(ОПК-1);
- навыками работы на современном оборудовании, проведения исследований современными расчетными программными средствами В3(ОПК-1);
- способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий собирать, обрабатывать, анализировать, обобщать и систематизировать результаты исследований В4(ОПК-1).

Профессиональные компетенции (ПК):

ПК-1 – Способность самостоятельно проводить научные исследования в области физики конденсированного состояния вещества.

знать:

- современные методы и подходы для решения теоретических и экспериментальных задач в области физики конденсированного состояния вещества З3(ПК-1);
- знать методы экспериментальной физики, их возможности и ограничения З4(ПК-1);
- знать методы обработки экспериментальных данных З5(ПК-1)

уметь:

- выбирать и применять адекватные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследований У3(ПК-1);

владеть:

- современными экспериментальными методами решения задач физики конденсированного состояния В4(ПК-1);
- навыками использования современных компьютерных средств для проведения, обработки и анализа результатов исследований В3(ПК-1).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единиц (ЗЕ), 180 академических часов.

Вид учебной работы	Всего часов
<i>Общая трудоемкость дисциплины</i>	288
<i>Аудиторная работа (всего):</i>	68
в том числе:	
Лекции	48
Практические занятия (ПЗ)	20
Семинары (С)	
Самостоятельная работа и/или другие виды самостоятельной работы (СР)	184
Вид итогового контроля (зачет/экзамен)	Экзамен
Экзамен	36

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость в часах	Лекции	ПЗ	СР
1	Измерения и методы измерений основных физических величин	10	2	0	8
2	Критерии точности измерений	24	6	2	16

3	Методы анализа физических измерений	31	12	3	16
4	Моделирование физических процессов	18	2	2	14
5	Экспериментальные методы физики конденсированного состояния	109	24	11	74
6	Автоматизация физического эксперимента	24	2	2	20
7	Реферат	36			
8	Экзамен	36	0	0	
	Всего	288	48	20	148

5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Методы измерений	Методы измерения времени, погрешности измерений, эталоны. Измерение частот в радиодиапазоне. Стандарты частот. Методы и погрешности измерений координат, углов, длин. Мировые стандарты и эталоны. Методы измерения термодинамических величин. Радиоспектроскопия (эффект Зеемана, ядерный магнитный резонанс, томография). Электронная спектроскопия. Детекторы электронов. ВЭУ, микроканальные умножители. Электромагнитные измерения (способы регистрации радиоизлучения, методы регистрации в оптическом диапазоне: фотодиоды, фотоумножители, черенковские детекторы). Регистрация частиц и радиоактивных излучений. Шумы и помехи при измерении электрических, акустических и оптических величин. Дифференциальные, интерферометрические и др. методы измерений. Дозиметрические измерения. Нанотехнологии в измерительной технике.
	Измерения	Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей косвенных измерений. Условные измерения. Проблема корреляций и уравнивание условных измерений. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы). Методы измерений физических величин в физике конденсированного состояния. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в физике конденсированного состояния. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах. Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена-Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы $1/f$. Квантовые эффекты в физических измерениях.

		Ограничения классического подхода. Соотношение неопределенности. Роль обратного флуктуационного влияния прибора. Стандартные квантовые пределы. Квантовые невозможные измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры).
2	Точность измерений	<p>Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике. Биномиальное распределение, распределение Пуассона (дробовой шум), экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. Распределение Стьюдента, χ^2 - распределение.</p> <p>Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях.</p> <p>Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей. Суммирование результатов различных измерений. Робастные оценки. Параметрические и непараметрические оценки.</p>
3	Методы анализа физических измерений	<p>Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.д.)</p> <p>Фурье- анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ.</p> <p>Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий χ^2, Смирнова- Колмогорова, Колмогорова.</p> <p>Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения.</p> <p>Метод максимального правдоподобия и его применение.</p> <p>Метод наименьших квадратов.</p>
4	Моделирование физических процессов	<p>Аналитическое описание физических процессов.</p> <p>Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей.</p> <p>Метод статистических испытаний, методика его применения.</p> <p>Использование моделей физических процессов.</p> <p>Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов.</p>
5	Экспериментальные методы физики конденсированного состояния	
5.1	Рентгеноструктурный анализ.	Основные понятия кристаллографии. Физическая природа дифракции рентгеновских лучей на решетке. Устройство рентгеновского дифрактометра. Параметры решетки. Фазо-

		вый 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.
5.2	Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия	Гамма-резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых γ -квантов. Допплеровское уширение и энергия отдачи. Процедура получения γ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные и магнитные взаимодействия. Возможности применения γ -резонансной спектроскопии в физике твердого тела.
5.3	Методы протяженных тонких структур спектров рентгеновского поглощения для анализа локальной атомной структуры твердых тел	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.
5.4	Методы оптической спектроскопии	Общие сведения об оптической спектроскопии. Спектры испускания, диффузного и зеркального отражения, спектры поглощения. Задачи, решаемые с помощью методов оптической спектроскопии. Применение оптических спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе. Техника спектроскопии в ИК, видимой и УФ областях.
5.5	Оже-электронная спектроскопия	Теория Оже-эффекта. Основные параметры Оже-спектров. Применение Оже-спектроскопии для исследования и анализа поверхности твердых тел.
5.6	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	Физические основы метода РФЭС. Внешний фотоэффект. Рентгеновские фотоэлектронные спектры. 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. Устройство рентгеноэлектронного спектрометра.
5.7	Зондовые методы исследования поверхности, атомная силовая микроскопия, МСМ, СТМ.	Физические основы методов зондовой микроскопии (атомно-силовая, магнитно-силовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия). Конструкция и принцип работы атомного силового микроскопа. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы. Обработка результатов измерений.
5.8	Просвечивающая электронная микроскопия и дифракция электронов.	Электронная дифракция. 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, абберации. Устройство электронного микроскопа, его характеристики.
5.9	Сканирующая электронная микроскопия и рентгеновский микро-	Устройство сканирующего электронного микроскопа. Формирование изображения в поглощенных и обратно рассеянных электронах. Энергодисперсионный и волнодисперсион-

	анализ.	ный микроанализ. Возможности исследования структуры. Методы работы с непроводящими объектами. Получение элементного состава в точке, по линии и карты. Устройство сканирующих электронных спектрометров с микроанализом.
5.10	Методы измерения магнитных свойств.	Магнитное поле: понятие, характеристики, единицы измерения. Методы получения магнитных полей: соленоиды, электромагниты, сверхпроводящие соленоиды. Магнитные свойства веществ: классификация, строение, характеристики. Поведение вещества во внешнем магнитном поле. Магнитные фазовые переходы. Магнетизм малых частиц. Намагниченность, зависимость намагниченности от температуры и внешнего магнитного поля, магнитный гистерезис. 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 анализ методом температурной зависимости начальной магнитной восприимчивости и методом измерения намагниченности насыщения ферромагнитных материалов. Их устройство и принцип работы.
5.11	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.
5.12	Оптическая микроскопия, металлография.	Увеличение и разрешение в оптической микроскопии. Методы препарирования металлографических шлифов. Иммерсионная микроскопия.
5.13	Методы исследования металлических расплавов.	Вязкость расплавов. Основы метода крутильных колебаний. Смачиваемость.
6	Автоматизация физического эксперимента	Создание комплексных установок. Общие требования. Обработка информации «on-line». Способы преобразования измерений для передачи на значительные расстояния. Контроль процессов измерений в реальном времени. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных.

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 научных конференциях 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 методов обработки экспериментальных данных, развитие навыков рационального выбора методов и средств решения конкретных исследовательских задач, 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.

НТИ 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 УдмФИЦ УрО РАН 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 профилями УдмФИЦ, образовательными программами аспирантуры, тематикой научных исследований РАН.

6.3. Рекомендуемая основная литература:

1. В.К.Гришин, Ф.А.Живописцев, В.А.Иванов. Математическая обработка и интерпретация физического эксперимента М.:Изд-во МГУ,- 1988.- 318 с.
2. Атамаян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин: Учеб. пос. для вузов.- М.:Высш.шк., 1982.- 224 с.
3. Букингем М. Шумы в электронных приборах и системах. М.:Мир, /Пер.с англ. А.Б.Мещерякова, В.П.Митрофанова, Г.А.Сидоровой; Под ред.В.Н.Губанкова.- 1986.- 398с.
4. Клаасен К. Основы измерений. Датчики и электронные приборы: Учеб. пос. Долгосрочный: Издат. Дом "Интеллект" /Пер.с англ.Е.В.Воронова, А.Л.Ларина.-4-е изд.- 2012.- 352 с.
5. Русинов, Л.А., Новиков, Л.В. Спектральный подход к первичной обработке сигналов аналитических приборов.-Л.:Изд-во ЛГУ, 1984.- 160 с.

6. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента: Учеб. пособие для вузов по спец. "Приклад. мат-ка". -М.: Наука, Физматлит, 1987. - 319с.
7. Герасимов Б.И. Проектирование аналитических приборов для контроля состава и свойств веществ.- М.:Машиностроение, 1984.- 103 с.
8. Казаков С.П. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика: Учеб. пос. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, /ГОУ НИ Томский ПУ.- 2010.- 109 с.
9. Компьютерное моделирование физических систем: Учеб. пос. для вузов. Долгопрудный: Издат. дом "Интеллект", /Л.А.Булавин,Н.В.Выгорницкий,Н.И.Лебовка.- 2011.- 352 с.
10. Компьютерное моделирование физических явлений: Учеб. пос.для вузов Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, /Томский политех.ун-т.- 2012.- 152 с.
11. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры.- 2-е изд.,испр.- М.: Физматлит, 2002.- 320 с.
12. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.- М.: Физматлит, 2002.- 384 с.
13. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982, 632 с.
14. Вертхейм Г. Эффект Мессбауэра. М.: Мир, 1966, 172 с.
15. Анализ поверхности методами Оже- и рентгеновской фото-электронной спектроскопии. Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха. М.: Мир, 1987. 600 с.
16. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. М.: Техносфера, 2005. 144 с.
17. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. В 2-х кн. Кн.2 М.:Мир, /Пер.с англ.Р.С.Гвоздовер, Л.Ф.Комоловой; Под ред. В.И.Петрова.- 1984.- 348 с.
18. Хеммингер В., Хене Г. Калориметрия. Теория и практика. М.: Химия, 1989. – 176 с.
19. Чечерников В.И. Магнитные измерения. Из-во МГУ, 1969, 387 с.
20. 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 планируемым результатам обучения.

7.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, осуществляемая не реже одного раза в семестр. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный опрос. Оценивание проводится преподавателем, ведущим дисциплину. Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

7.2. Промежуточный контроль

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

По завершению первого года обучения аспирант на семинаре профильного подразделения УдмФИЦ УрО РАН представляет реферат по учебному материалу пройденных тем. Темы рефератов согласуются с ведущим преподавателем и руководителем аспиранта. Реферат сдается преподавателю согласно графику учебного процесса. Реферат представляется на бумажном носителе. Защита реферата сопровождается компьютерной презентацией, отражающей его содержание.

7.3. Промежуточная аттестация

Осуществляется в конце второго курса и завершает изучение дисциплины «Приборы и методы экспериментальной физики». Форма аттестации – экзамен в письменной или устной форме и представление реферата на заданную тему. Билет к экзамену состоит из двух вопросов из основной программы и одного специального вопроса по тематике диссертационной работы из списка, утверждаемого на Ученом совете УдмФИЦ. На экзамене аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Приборы и методы экспериментальной физики».

Примерные темы рефератов.

1. Критерии точности физических измерений.
2. Методы анализа физических измерений.
3. Рентгеноструктурный анализ.
4. Мессбауэровская (гамма-резонансная) спектроскопия
5. Метод протяженных тонких структур спектров рентгеновского поглощения.
6. Оже-электронная спектроскопия
7. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
8. Зондовые методы исследования поверхности.
9. Методы электронной микроскопии.
10. Методы термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии.
11. Методы измерения магнитных свойств.
12. Электромагнитно-акустическое преобразование.
13. Автоматизация физического эксперимента.

Основные вопросы для подготовки к экзамену:

1. Методы измерения основных физических величин.
2. Системы единиц. Единая система единиц (СИ). Универсальные постоянные и естественные системы единиц. Производные единицы и стандарты.
3. Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей косвенных измерений. Условные измерения. Проблема корреляций и уравнивание условных измерений. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы).
4. Методы измерений физических величин в исследуемой области физики. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в исследуемой области физики.

5. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах. Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Каллена-Вельтона. Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Квантовые эффекты в физических измерениях.
6. Случайные события. Понятие вероятности. Условные вероятности. Распределение вероятности. Плотность вероятности. Моменты. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике.
7. Биномиальное распределение, распределение Пуассона (дробовой шум), экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. Многомерные распределения вероятностей. Корреляции случайных величин.
8. Случайные процессы. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина.
9. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения. Распределение Стьюдента, χ^2 -распределение.
10. Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях.
11. Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений. Средние и вероятные значения переменных. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей. Суммирование результатов различных измерений. Робастные оценки. Параметрические и непараметрические оценки.
12. Методы анализа физических измерений. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.д.).
13. Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ.
14. Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия и методы их использования. Критерий χ^2 , Смирнова-Колмогорова, Колмогорова.
15. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения.
16. Метод максимального правдоподобия и его применение. Метод наименьших квадратов.
17. Моделирование физических процессов. Аналитическое описание физических процессов. Планирование эксперимента, выбор метода и технических средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей.
18. Использование моделей физических процессов. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов.
19. Автоматизация эксперимента. Создание комплексных установок. Общие требования.
20. Обработка информации «on-line». Контроль процессов измерений в реальном времени. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных.
21. Основные понятия кристаллографии. Физическая природа дифракции рентгеновских лучей на решетке. Устройство рентгеновского дифрактометра.
22. Качественный и количественный структурно-фазовый анализ в рентгенографии. Аппаратурное уширение рентгеновских рефлексов. Анализ субструктуры (размера кристаллитов, микроискажений решетки, дефектов упаковки) по уширению и сдвигу дифракционных рефлексов. Применение рентгеновской дифракции для исследования нанокристаллов и аморфных материалов.
23. Электронная дифракция. Устройство просвечивающего электронного микроскопа, его характеристики, увеличение и разрешение.
24. Формирование изображения структуры и картины дифракции в просвечивающем электронном микроскопе. Светлопольный и темнопольный режим просвечивающего электронного микроскопа.
25. Устройство сканирующего электронного микроскопа. Формирование изображения в поглощенных и обратно рассеянных электронах. Методы работы с непроводящими объектами.

26. Рентгеновский спектральный микроанализ. Типы рентгеновских спектрометров: принцип энергетических и волновых дисперсий. Анализ элементного состава в точке, по линии и поверхности (карты распределения элементов).
27. Физические основы методов зондовой микроскопии: атомно-силовая, магнитно-силовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия. Конструкция и принцип работы атомного силового микроскопа. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы. Обработка изображений.
28. Физические основы Оже-электронной спектроскопии. Устройство Оже-электронного спектрометра. Основные параметры Оже-спектров. Применение Оже-спектроскопии для исследования и анализа поверхности твердых тел.
29. Физические основы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. 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.
30. Устройство рентгеноэлектронного спектрометра. Типы и характеристики энергоанализаторов. Детекторы фотоэлектронов.
31. Протяженная тонкая структура рентгеновских спектров поглощения (EXAFS-спектры). Получение информации о локальной атомной структуре из рентгеновских спектров поглощения.
32. γ -Резонансная ядерная флуоресценция, доплеровское уширение и энергия отдачи. Эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых γ -квантов..
33. Процедура регистрации γ -резонансных спектров. Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные, магнитные сверхтонкие взаимодействия, расщепления спектров. Возможности применения γ -резонансной спектроскопии в физике твердого тела.
34. Общие сведения об оптической спектроскопии. Спектры испускания, диффузного и зеркального отражения, спектры поглощения. Задачи физики конденсированного состояния, решаемые с помощью методов оптической спектроскопии. Применение оптических спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе. Техника оптической спектроскопии в ИК, видимой и УФ областях..
35. Основные характеристики магнитного поля, методы его получения и измерения. 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.
36. 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.
37. 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.
38. Теоретические основы методов термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии и решаемые задачи в физике конденсированного состояния.
39. Измерение тепловых эффектов, теплоемкости, расчет температурного вклада в энтальпию, оценка энтропии в методах термического анализа и ДСК, построение фазовых диаграмм.
40. Методы исследования свойств металлических расплавов. Вязкость расплавов. Основы метода крутильных колебаний. Смачиваемость и ее измерение.

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 экзамене

Оценка «отлично» на экзамене 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 экзамене 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 экзамене 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» на экзамене 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

Научные подразделения УдмФИЦ 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. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, обеспеченные мультимедийным оборудованием;

2. Приборное обеспечение и исследовательские установки подразделений, а также Центра коллективного пользования УдмФИЦ УрО РАН;

3. Необходимые материалы и технологическое оборудование для получения образцов и проведения различного рода термических, деформационных и радиационных воздействий (обработок);

4. Персональные компьютеры с пакетами прикладных программ, выходом в Интернет и в локальную сеть УдмФИЦ, а также принтеры, сканеры и ксероксы;

5. Доступ к библиотечному фонду УдмФИЦ 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.

6. Поддерживается официальный сайт УдмФИЦ УрО РАН <http://udman.ru>, электронная почта.