




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

  
(подпись)

Тананаев И.Г.  
(Ф.И.О.)



ТВЕРЖДАЮ

Директор департамента ядерных технологий

  
(подпись)

Тананаев И.Г.  
(Ф.И.О.)

19 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Методы характеризации структуры и свойств материалов  
Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов  
Перспективные материалы и технологии материалов  
(совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИХ ДВО РАН)  
Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2  
лекции 16 час.  
практические занятия 16 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 32 час.  
самостоятельная работа 76 час.  
зачет 2 семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 24 апреля 2018 г. № 306.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов  
протокол № 3 от « 19 » декабря 2021 г.  
Директор департамента ядерных технологий Тананаев И. Г.  
Составитель: к.х.н., доцент Короченцев В.В..

Владивосток

2022

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента ядерных технологий:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента ядерных технологий:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента ядерных технологий:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента ядерных технологий:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## I Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель:** формирование современного представления об основных принципах физико-химических методов исследования в профессиональной области; формирование способностей по использованию естественнонаучного эксперимента на основе физико-химических методов исследования.

### **Задачи:**

- изложение и закрепление теоретических и практических знаний в области физических явлений и процессов, лежащих в основе наиболее важных физико-химических методов исследования;
- раскрытие возможности применения основных законов классической и квантовой физики для исследования состава и строения вещества;
- обзор аналитических возможностей основных физико-химических методов исследования;
- раскрытие возможности применения современных физико-химических методов исследования в профессиональной области.

Для успешного изучения дисциплины «Методы характеристики структуры и свойств материалов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения (ПК-2).

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-5 – Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	ПК-5.1 – Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам;

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		ПК-5.2 – Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.1 – Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам;	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).
	Умеет верно интерпретировать результаты измерения контрольно-измерительного и опытно-исследовательского оборудования, сконструированного для эксплуатации различных физических аспектов процесса рассеяния (и поглощения) электромагнитного излучения в исследуемой среде (материале) для определения её характеристик.
	Владеет методами самостоятельного расчёта задачи рассеяния в различных случаях для наиболее корректного сопоставления с результатами измерения и определения характеристик исследуемой среды (материала).
ПК-5.2 – Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).
	Умеет верно описывать взаимодействие электромагнитного излучения (оптического, СВЧ и пр.) с гетерогенным материалом: определять рассеяние и поглощение энергии на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).
	Владеет методами расчёта тепловыделения при поглощении электромагнитного излучения на включениях среды (материала), расчёта эквивалентных электродинамических параметров многокомпонентных сред.

## II Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекции 16 час. и практические занятия (16 час.), самостоятельная работа (76 час.). Дисциплина реализуется во 2 семестре на 1 курсе. Форма контроля зачет.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
ПР	Практические работы

СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
----	--

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		
1	Тема 1. Экспериментальные и теоретические методы измерений	2	2		2			76	ПР-6, ПР-7, ПР-11
2	Тема 2. Дифракционные методы анализа структуры кристаллов	2	2		4		ПР-6, ПР-7, ПР-11		
3	Тема 3. Электронная и зондовая микроскопия	2	6		4		ПР-6, ПР-7, ПР-11		
4	Тема 4. Методы исследования состава и электронной структуры твёрдых тел	2	4		4		ПР-6, ПР-7, ПР-11		
5	Тема 5. Методы исследования состава и электронной структуры газов и жидкостей	2	2		2		ПР-6, ПР-7, ПР-11		
Итого:			16		16		76		

## III СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Характеристика теоретической части курса

Теоретическая часть курса направлена на освещение основных положений дисциплины «Методы характеристики структуры и свойств материалов» в лекционной форме. В дальнейшем самостоятельная проработка конспектов лекций позволяет освоить базовые теоретические методы для их применения на практических занятиях.

#### Лекционные занятия (16 час.)

#### **Тема 1. Экспериментальные и теоретические методы измерений (2 час.)**

Метрология. Энергетическая шкала измерений. Виды деформаций. Основы квантово-химической теории. Уравнение Шредингера

#### **Тема 2. Дифракционные методы анализа структуры кристаллов (2 час.)**

Дифракция волн на пространственной решётке. Уравнение Лауэ и уравнение Брегга. Получение рентгеновского излучения. Белое и характеристическое излучение. Классификация линий характеристического излучения. Волновые свойства электронов. Длина свободного пробега электронов. Методы получения электронных пучков. Получение и анализ дифрактограмм в просвечивающей электронной микроскопии.

### **Тема 3. Электронная и зондовая микроскопия (6 час.)**

Оптическая и электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Изображений.

Сканирующая туннельная микроскопия. Туннелирование в квантовой механике. Устройство просвечивающего электронного микроскопа. Увеличение. Глубина резкости. Контраст. Разрешение.

Растровая (сканирующая) электронная микроскопия. Подготовка образцов. Устройство микроскопа. Методы формирования изображения. Увеличение. Разрешение. Плотность туннельного тока. Принцип действия и устройство сканирующего туннельного микроскопа. Разрешение. Методы изготовления иглы.

Решение квантово-химических уравнений. Волновые функции. Обменные интегралы

### **Тема 4. Методы исследования состава и электронной структуры твёрдых тел (4 час.)**

Спектры энергетических потерь электронов. Возбуждение фононов. Электронные переходы. Оже-переходы. Обозначения Оже-переходов. Энергии Оже-электронов. Фотоэффект. Энергетический спектр фотоэлектронов. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Источники рентгеновского излучения. Устройство спектрометра. Примеры спектров и их интерпретация

### **Тема 5. Методы исследования состава и электронной структуры газов и жидкостей (2 час.)**

Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия. ИК-спектроскопия. Вероятность перехода. Методы хроматографии.

## **IV СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Характеристика практической части курса и самостоятельной работы**

Практическая часть курса и самостоятельная работа обучающихся являются дополняющими друг друга видами деятельности по освоению дисциплины «Методы характеристики структуры и свойств материалов». Самостоятельная работа включает в себя разбор конспектов лекционного материала и предварительную индивидуальную и/или групповую подготовку предполагаемых к разбору на практических занятиях тем. Практическая часть заключается в изучении оборудования, подготовке образцов, получении спектров или изображений поверхности и обработке полученных данных.

### **Практические занятия (16 час.) и самостоятельная работа (76 час.)**

#### **Практические занятия 1-2 (4 час.)**

#### **Самостоятельная работа (19 час.)**

Просвечивающая электронная микроскопия. Изучение устройства просвечивающего электронного микроскопа. Подготовка образцов. Получение изображения. Обработка.

#### **Практические занятия 3-4 (4 час.)**

#### **Самостоятельная работа (19 час.)**

Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия. Получение He(I) и He(II) спектров. Интерпретация спектров.

#### **Практические занятия 5-6 (4 час.)**

#### **Самостоятельная работа (19 час.)**

Растровая (сканирующая) электронная микроскопия. Подготовка образцов. Устройство микроскопа. Методы формирования изображения. Увеличение. Разрешение. Примеры изображений.

#### **Практические занятия 7-8 (4 час.)**

#### **Самостоятельная работа (19 час.)**

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Получение спектров и их интерпретация.

## **V УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы характеристики структуры и свойств материалов» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	1-4 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.	19 часов	ПР-6, ПР-7, ПР-11
2	5-8 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.	19 часов	ПР-6, ПР-7, ПР-11
3	9-12 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.	19 часов	ПР-6, ПР-7, ПР-11
4	13-16 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.	19 часов	ПР-6, ПР-7, ПР-11

### **требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Отчёты о работе на практических занятиях представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчёт по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, с сопровождением необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчёт о работе на практических занятиях, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- Титульный лист – обязательная компонента отчёта, первая страница отчёта, по принятой для лабораторным работ форме (титульный лист отчёта должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчёта);
- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчёта, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д. (рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных);



- Выводы – обязательная компонента отчёта, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- Список литературы – обязательная компонента отчёта, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- Приложения – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы: левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Общими критериями оценки результатов самостоятельной работы студентов являются:

- уровень освоения учебного материала;

- умение активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать её и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать её.

## VI КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1-3	<b>ПК-5.1</b> – Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам;	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Конспект (ПР-7)	Вопросы к зачёту № 1-16
			Умеет верно интерпретировать результаты измерения контрольно-измерительного и опытно-исследовательского оборудования, сконструированного для эксплуатации различных физических аспектов процесса рассеяния (и поглощения) электромагнитного излучения в исследуемой среде (материале) для определения её характеристик.	Отчёт о работе на практических занятиях (ПР-6)	
			Владеет методами самостоятельного расчёта задачи рассеяния в различных случаях для наиболее корректного сопоставления с результатами измерения и определения характеристик исследуемой среды (материала).	Решение задач (ПР-11)	
2	Тема 4-5	<b>ПК-5.2</b> – Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Конспект (ПР-7)	Вопросы к зачёту № 17-30
			Умеет верно описывать взаимодействие электромагнит-	Отчёт о работе на практических занятиях (ПР-6)	

			ного излучения (оптического, СВЧ и пр.) с гетерогенным материалом: определять рассеяние и поглощение энергии на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).		
			Владеет методами расчёта тепловыделения при поглощении электромагнитного излучения на включениях среды (материала), расчёта эквивалентных электродинамических параметров многокомпонентных сред.	Решение задач (ПР-11)	

## **VII СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Мартин, Праттон Введение в физику поверхности / Праттон Мартин ; перевод В. И. Кормилец ; под редакцией В. А. Трапезникова. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 254 с. — ISBN 978-5-4344-0788-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92035.html>
2. Методы и приборы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие / А. В. Ищенко, А. С. Вохминцев, И. И. Огородников, И. А. Вайнштейн ; под редакцией Б. В. Шульгина. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-321-02523-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106414.html>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие : пер. с англ. / Д. Брандон, У. Каплан. — М. : Техносфера, 2006. — 377 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<https://library.dvfu.ru/lib/document/EK/DB5DFBD5-7982-4CB0-AA7F-AD716F4586E3/>

3. Оура, К. Введение в физику поверхности / К. Оура, В.Г. Лифшиц, А.А. Саранин [и др.] ; [отв. ред. В. И. Сергиенко] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт автоматики и процессов управления. – М. : Наука, 2006. – 490 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<https://library.dvfu.ru/lib/document/EK/8130AD63-EF4F-4262-843A-3D6711D07909/>

2. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие для старших курсов вузов / В.Л. Миронов ; Российская академия наук, Институт физики микроструктур (Нижний Новгород). – М. : Техносфера, 2005. – 143 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:250639>

3. Вудраф, Д. Современные методы исследования поверхности / Д. Вудраф, Т. Делчар ; пер. с англ. Е.Ф. Шека. – М. : Мир, 1989. – 568 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:27376>

4. Уманский, Я.С. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учебник для вузов / Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев. – М. : Металлургия, 1982. – 631 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:425992>

5. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / под ред. Д. Бриггса, М. П. Сиха ; пер. с англ. : [А. М. Гофман и др.]. – М. : Мир, 1987. – 598 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:114965>

6. Гоулдстейн, Дж. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ в 2 кн. : кн. 2 / [Дж. Гоулдстейн, Д. Ньюбери, П. Эчлин и др.] ; пер. с англ. Р. С. Гвоздовер, Л. Ф. Комоловой. – М. : Мир, 1984. – 348 с.

ПОК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:669399>

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Не предусмотрен.

## **VIII МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Рекомендуется учащимся планировать в каждом семестре внеаудиторную самостоятельную работу в объёме порядка 4-5 час. в неделю.

В соответствии с план-графиком выполнения самостоятельной работы по дисциплине предусматривается подготовка конспектов и отчётов по лабораторным работам, подготовка к работе на практических занятиях.

При подготовке отчётов необходимо использовать стандарты в сфере автоматизированных систем и информационных технологий.

Отчёты по лабораторным работам разрабатываются в электронном виде как письменные работы, по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

### **Освоение понятийного аппарата дисциплины**

Индивидуальная самостоятельная работа должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

### **Анализ сайтов по темам дисциплины в сети Интернет**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование обязательно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работу с литературой следует начинать с анализа РПУД, в которой представлены основная и дополнительная литература, учебно-методические пособия, необходимые для изучения дисциплины и работы на практических и лабораторных занятиях.

В процессе работы с литературой студент может:

- делать краткие записи в виде конспектов;

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана;
- составлять тезисы (концентрированное изложение основных положений прочитанного материала)
- записывать цитаты (краткое точное изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы).

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем, например, электронные библиотечные системы (ЭБС) такие, как ЭБС издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС «Znanium.com», НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС «IPRbooks» (<http://iprbookshop.ru/>) и другие доступные ЭБС. К примеру, доступ к системе ЭБС «IPRbooks» для студентов осуществляется на сайте [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) под учётными данными вуза (ДВФУ): логин **dvfu**, пароль **249JWmhe**.

## IX МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы <sup>1</sup>	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
D501, D601	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м <sup>2</sup> , Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс на 26 рабочих мест. Рабочее место: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK	
Помещения для самостоятельной работы:		

<sup>1</sup> В соответствии с п.4.3. ФГОС

<p>A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов</p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № A238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018); - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p>
---	--	---

## Х ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Перечень форм оценивания

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1-3	<p><b>ПК-5.1</b> – Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам;</p>	<p>Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).</p> <p>Умеет верно интерпретировать результаты измерения контрольно-измерительного и опытно-исследовательского оборудования, сконструированного для эксплуатации различных физических аспектов процесса рассеяния (и поглощения)</p>	<p>Конспект (ПР-7)</p> <p>Отчёт о работе на практических занятиях (ПР-6)</p>	<p>Вопросы к зачёту № 1-16</p>

			электромагнитного излучения в исследуемой среде (материале) для определения её характеристик.		
			Владеет методами самостоятельного расчёта задачи рассеяния в различных случаях для наиболее корректного сопоставления с результатами измерения и определения характеристик исследуемой среды (материала).	Решение задач (ПР-11)	
2	Тема 4-5	ПК-5.2 – Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Конспект (ПР-7)	Вопросы к зачёту № 17-30
	Умеет верно описывать взаимодействие электромагнитного излучения (оптического, СВЧ и пр.) с гетерогенным материалом: определять рассеяние и поглощение энергии на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).		Отчёт о работе на практических занятиях (ПР-6)		
	Владеет методами расчёта тепловыделения при поглощении электромагнитного излучения на включениях среды (материала), расчёта эквивалентных электродинамических параметров многокомпонентных сред.		Решение задач (ПР-11)		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения	Шкала оценивания промежуточной аттестации	
		Не зачтено	Зачтено
ПК-5.1 – Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам;	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Не знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).
	Умеет верно интерпретировать результаты измерения контрольно-измерительного и опытно-исследовательского оборудования, сконструированного для эксплуатации различных	Не умеет верно интерпретировать результаты измерения контрольно-измерительного и опытно-исследовательского оборудования, сконструиро-	Умеет верно интерпретировать результаты измерения контрольно-измерительного и опытно-исследовательского оборудования, сконструированного



	физических аспектов процесса рассеяния (и поглощения) электромагнитного излучения в исследуемой среде (материале) для определения её характеристик.	ванного для эксплуатации различных физических аспектов процесса рассеяния (и поглощения) электромагнитного излучения в исследуемой среде (материале) для определения её характеристик.	для эксплуатации различных физических аспектов процесса рассеяния (и поглощения) электромагнитного излучения в исследуемой среде (материале) для определения её характеристик.
	Владеет методами самостоятельного расчёта задачи рассеяния в различных случаях для наиболее корректного сопоставления с результатами измерения и определения характеристик исследуемой среды (материала).	Не владеет методами самостоятельного расчёта задачи рассеяния в различных случаях для наиболее корректного сопоставления с результатами измерения и определения характеристик исследуемой среды (материала).	Владеет методами самостоятельного расчёта задачи рассеяния в различных случаях для наиболее корректного сопоставления с результатами измерения и определения характеристик исследуемой среды (материала).
<b>ПК-5.2</b> – Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Не знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Знает основные положения теории рассеяния света на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).
	Умеет верно описывать взаимодействие электромагнитного излучения (оптического, СВЧ и пр.) с гетерогенным материалом: определять рассеяние и поглощение энергии на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Не умеет верно описывать взаимодействие электромагнитного излучения (оптического, СВЧ и пр.) с гетерогенным материалом: определять рассеяние и поглощение энергии на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).	Умеет верно описывать взаимодействие электромагнитного излучения (оптического, СВЧ и пр.) с гетерогенным материалом: определять рассеяние и поглощение энергии на неоднородностях среды (включениях в материал, дефектах).
	Владеет методами расчёта тепловыделения при поглощении электромагнитного излучения на включениях среды (материала), расчёта эквивалентных электродинамических параметров многокомпонентных сред.	Не владеет методами расчёта тепловыделения при поглощении электромагнитного излучения на включениях среды (материала), расчёта эквивалентных электродинамических параметров многокомпонентных сред.	Владеет методами расчёта тепловыделения при поглощении электромагнитного излучения на включениях среды (материала), расчёта эквивалентных электродинамических параметров многокомпонентных сред.

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачёту

1. Соотношение между энергией и длиной волны электрона.
2. Электронная пушка и магнитные линзы.

3. Принцип действия, схема и режимы работы просвечивающего электронного микроскопа.
4. Принцип действия и формирование изображения в растровом электронном микроскопе.
5. Сферическая и хроматическая аберрации магнитных линз.
6. Дифракционный предел разрешения и глубина резкости в электронной микроскопии.
7. Подготовка образцов для электронной микроскопии.
8. Эффект квантового туннелирования электронов. Плотность туннельного тока.
9. Принцип действия, устройство и режимы работы сканирующего электронного микроскопа.
10. Силы ван-дер-Ваальса. Принцип действия и режимы работы атомно-силового микроскопа.
11. Уравнение Брэгга и уравнение Лауэ. Обратная решётка. Разрешённые и запрещённые рефлексы.
12. Построение ограничивающей сферы.
13. Характеристическое тормозное и синхротронное рентгеновское излучение.
14. Устройство рентгеновского дифрактометра.
15. Дифрактограммы в просвечивающей электронной микроскопии. Дифрактограммы решётки и их интерпретация.
16. Дифракция быстрых электронов на отражение и её применение для анализа поверхности.
17. Энергия электронов внутренних оболочек атомов в твёрдом теле.
18. Возбуждение характеристического рентгеновского излучения электронными пучками.
19. Методы регистрации спектров рентгеновского излучения в электронном микроанализе. Определение элементного состава материалов.
20. Механизмы потерь энергии электронами в твёрдом теле.
21. Предел обнаружения и разрешающая способность спектроскопии энергетических потерь электронов.
22. Оже-переходы. Экспериментальная техника Оже-спектроскопии.
23. Фотоэффект. Законы сохранения энергии и импульса при фотоэффекте.
24. Энергетический спектр фотоэлектронов выбиваемых квантами рентгеновского излучения
25. Устройство спектрометра в методе рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

26. Определение состава вещества с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.
27. Аппаратура для ультрафиолетовой фотоэлектронной спектроскопии.
28. Определение законов дисперсии электронов в валентной зоне методом ультрафиолетовой фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением.
29. Сечение рассеяния ионов на ядрах атомов твёрдого тела. Формула Резерфорда и отклонения от неё.
30. Аппаратура для спектрометрии обратного рассеяния. Определение состава вещества методом спектрометрии обратного рассеяния.

### **Критерии выставления зачёта**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Методы характеристики структуры и свойств материалов» осуществляется в форме зачёта (2 семестр). До зачёта допускаются студенты, положительно проявившие себя на практических занятиях.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы (как правило, оценка «незачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по дисциплине).

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

#### **Критерии оценивания конспектов (ПР-7)**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Методы характеристики структуры и свойств материалов», осуществляемая в форме проверки конспектов, оценивается в форме зачёта.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет конспект, содержащий всю ключевую информацию по пройденной теме, изложенную в ясной форме и чёткой последовательности.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он не представляет конспект или содержание конспекта не содержит ключевую информацию по пройденной теме, имеются существенные пропуски в изложении, информация изложена неясно и непоследовательно.

### **Критерии оценивания отчётов о работе на практических занятиях (ПР-6)**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Методы характеристики структуры и свойств материалов», осуществляемая в форме проверки отчёта о работе на практических занятиях, оценивается в форме зачёта.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет отчёт по практической работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приёмами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приёмами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчёт с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.

### **Примеры задач (ПР-11)**

1. Определить межплоскостные расстояния соответствующие рефлексам на заданной рентгеновской дифрактограмме порошкового образца.
2. Даны две электронные дифрактограммы монокристалла кремния относительно одной зональной оси, полученные в областях кристалла разной толщины. Необходимо идентифицировать рефлексы и найти зональную ось.
3. Нарисуйте схему в реальном пространстве и картину дифракции электронов низких энергий для сверхструктуры (3x1) на поверхности (100) кубического кристалла.
4. Как расстояние от управляющей линзы до поверхности образца влияет на минимальный размер электронного пучка в растровом электронном микроскопе.

5. Как величина оптимальной энергии электронного пучка при микроанализе зависит от плотности образца?
6. Чему равна длина волны электрона в электронном микроскопе при ускоряющем напряжении 150 кВ.
7. Алюминий является металлом со структурой ГЦК и плотностью 2,7 г/см<sup>3</sup>. Рассчитать параметр решетки  $a$  и межплоскостное расстояние между плоскостями (111).
8. В примитивной кубической решетке рефлексy (221) и (300) соответствуют одному Брэгговскому углу. Найти другую накладывающуюся пару рефлексов.
9. Никель используется для ослабления излучения  $\text{CuK}\beta$  от рентгеновского источника на  $\text{Cu}$ . Какова толщина фильтра, если излучение ослабляется в 1000 раз?
10. Оценить стабильность ускоряющего напряжения в электронном микроскопе, требуемую для получения разрешения 0,2 нм, если величина ускоряющего напряжения равна 100 кВ.

### **Критерии оценивания решения задач (ПР-6)**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Методы характеристики структуры и свойств материалов», осуществляемая в форме решения задач, оценивается в форме зачёта.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет отчёт по практической работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приёмами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приёмами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчёт с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.