



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)

Огнев А.В.  
(Ф.И.О.)



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента ядерных технологий

(подпись)

Тананаев И.Г.  
(Ф.И.О.)

19 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические методы исследования поверхности материалов

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Использование синхротронного излучения (совместно с НИЯУ МИФИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана,  
НИ НИЦ "Курчатовский институт")

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2  
лекции 16 час.  
практические занятия 0 час.  
лабораторные работы 32 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 44 час.  
самостоятельная работа 60 час.  
зачет 2 семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 914.

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.пед.н., доцент Арефьева О.Д.

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## I Цели и задачи освоения дисциплины:

**Цель** дисциплины: формирование у студентов знаний и навыков в области исследования структуры и свойств поверхности материалов.

**Задачи:**

- изучение методов исследования химического и фазового состава, структуры и свойств неорганических материалов и веществ;
- изучение технических и аналитических возможностей методов;
- изучение методов обработки данных.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	<b>ПК-2</b> Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты
Организационно-управленческий	<b>ПК-5</b> Способен планировать и организовывать исследования в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научные семинары	ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Знает</u> основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	<u>Умеет</u> выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи
	<u>Владеет</u> методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	<u>Знает</u> основные методы проведения научного исследования
	<u>Умеет</u> формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	<u>Владеет</u> навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	<u>Знает</u> методику проведения научного исследования
	<u>Умеет</u> организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	<u>Владеет</u> навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования
ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	<u>Знает</u> основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики
	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	<u>Знает</u> основные способы планирования, и организации исследований
	<u>Умеет</u> выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
	<u>Владеет</u> навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

## II Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия - 16 часов, лабораторные работы - 32 часа, самостоятельная работа - 60 часов. Дисциплина реализуется во 2 семестре 1 курса. Форма контроля зачет.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные 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. Спектроскопические методы	2	4	12			60		УО-1; ПР-6
2	Тема 2. Рентгенографический анализ	2	4	6		УО-1; ПР-6			
	Тема 3. Методы характеристики пористой структуры и свойств поверхности материалов	2	4	6		УО-1; ПР-6			
	Тема 4. Кислотно-основные свойства поверхности	2	4	8		УО-1; ПР-6			
	Итого:		16	32			60		

## III СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (16 час.)

#### Тема 1. Спектроскопические методы (4 часа).

Исследование элементного состава вещества рентгеноспектральным методом – физические основы метода и его аналитические характеристики, подготовка проб, методы качественного и количественного рентгеноспектрального анализа. Инфракрасная спектроскопия – физические основы метода и его аналитические возможности, колебательные спектры молекул (деформационные и валентные колебания), зависимость положения и

интенсивности спектральных полос поглощения характеристических групп от их состава, интерпретация спектров, Фурье-ИК-спектроскопия.

*Интерактивная форма: лекция-презентация с обсуждением*

### **Тема 2. Рентгенографический анализ (4 часа).**

Физические основы метода, характеристики рентгеновского излучения, уравнение Вульфа-Брегга, метод Лауэ и метод Дебая-Шерера. Качественный и количественный рентгенофазовый анализ. Выбор условий анализа, подготовка проб, проведение анализа, идентификация рентгенограмм.

*Интерактивная форма: лекция-презентация с обсуждением*

### **Тема 3. Методы характеристики пористой структуры и свойств поверхности материалов (4 часа).**

Параметры пористой структуры. Теорий адсорбции. Типы изотерм адсорбции. Расчет удельной площади поверхности пор. Расчет удельного объема пор.

### **Тема 4. Кислотно-основные свойства поверхности (4 часа).**

Эволюция теории кислот и оснований. Моническая протонная теория Бренстеда-Лоури. Электронная (апротонная) теория Льюиса. Кислотно-основные центры поверхности твердого тела. Методы исследования кислотно-основных свойств поверхности твердых тел.

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

### **Лабораторные работы (32 час.)**

**Лабораторная работа 1.** Изучение кислотно-основных свойств поверхности твёрдых тел разной степени дисперсности методом рН-метрии. (6 час.)

**Лабораторная работа 2.** Индикаторный метод определения кислотно-основных свойств поверхности твёрдых тел разной степени дисперсности. (6 час.)

**Лабораторная работа 3.** Определение точки нулевого заряда поверхности разными методами (6 час.)

**Лабораторная работа 4.** Исследование структурных характеристик поверхности активированного угля по метиленовому голубому (6 час.)

**Лабораторная работа 5.** Применение ИК-спектроскопии для дифференциации кислотно-основных центров на поверхности (8 час.)

## **V СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **Задания для самостоятельной работы**

*Требования:* перед каждой лабораторной работой обучающемуся необходимо изучить Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физико-химические методы исследования поверхности материалов».

#### **Самостоятельная работа №1. Методы оптической спектроскопии**

*Требования:*

1. Классификация методов спектроскопии
2. Спектрофотометрия
3. Флуориметрия
4. Спектрофлуориметрия

#### **Самостоятельная работа № 2. Методы колебательной спектроскопии.**

*Требования.*

1. Инфракрасная спектроскопия
2. Спектроскопия комбинационного рассеяния

#### **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	В течение семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	40 часов	Работа на лабораторных занятиях (ПР-6)
2	1-2 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	10 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	3-4 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы	10 часов	УО-1 (собеседование/устный

	№ 2	опрос)
Итого:	60 часа	

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

Основной формой учета (контроля) успеваемости и знаний студентов является экзамен. Экзамен предусматривает следующую цель: оценить знания студента по предмету, их прочность, развитие творческого мышления, приобретенные навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их на практике и т.п. Готовиться к экзамену необходимо в течение всего учебного времени, т.е. с первого дня очередного семестра. Вся работа студента на лабораторных работах - это этапы подготовки студента к экзамену. На итоговом занятии проводится тестирование. Экзамен выставляется по результатам выполнения лабораторных работ и теста.

#### **Подготовка к лабораторным работам**

Лабораторные работы в группах проводятся в соответствии с расписанием учебных занятий в университете в течение определенного времени. Поэтому для выполнения лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими положениями:

- 1) предварительно ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ;
- 2) внимательно ознакомиться с описанием соответствующей лабораторной работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы;
- 3) по лекционному курсу и соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной практической работе;
- 4) неподготовленные к работе студенты к выполнению практической работы не допускаются.

#### **Подготовка отчета по лабораторной работе**

По каждой выполненной работе составляется отчет, руководствуясь следующими положениями:

- 1) указать название и порядковый номер лабораторной работы;
- 2) схемы, графики и таблицы чертить с соблюдением принятых стандартных условий обозначений;
- 3) отчет по каждой лабораторной работе должен содержать краткое изложение теории, цель работы, основные выводы.

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

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Тестирование проводится письменно на итоговом занятии, оцениваются по пятибалльной системе.

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

Оценка «Отлично» – если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка «Хорошо» – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа.

Однако допускается одна – две неточности в ответе.

Оценка «Удовлетворительно» - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры.

Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка «Неудовлетворительно» - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

## **VI КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Спектроскопические методы	ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<i>Знает</i> основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-11
			<i>Умеет</i> выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			<i>Владеет</i> методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
	Тема 2. Рентгенографический анализ	ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	<i>Знает</i> основные методы проведения научного исследования	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 12-22
			<i>Умеет</i> формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			<i>Владеет</i> навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом	ПР-6 лабораторная работа;	
1	Тема 3. Методы характеристики пористой структуры и свойств поверхности материалов	ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	<i>Знает</i> методику проведения научного исследования	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-11
			<i>Умеет</i> организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			<i>Владеет</i> навыками аналитической работы, методами и технологиями	УО-1 собеседование / устный опрос;	

			проведения научного исследования	ПР-6 лабораторная работа	
	Тема 4. Кислотно-основные свойства поверхности	ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	<i>Знает</i> основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 12-22
			Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	ПР-6 лабораторная работа;	
1	Тема 1. Спектроскопические методы Тема 2. Рентгенографический анализ	ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	<i>Знает</i> основные способы планирования, и организации исследований	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к зачету 1-11
<i>Умеет</i> выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа				
<i>Владеет</i> навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа				

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

### Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Руанет В.В., Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ / В. В. Руанет - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 496 с. - ISBN 978-5-9704-3944-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970439449.html>

2. Мишина Е.Д., Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур / Е.Д. Мишина. - М. : БИНОМ, 2013. - 184 с. (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-9963-2131-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321315.html>

3. Лыгина Т.З. Физико-химические и адсорбционные методы исследования неорганических природных минеральных сорбентов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лыгина Т.З., Михайлова О.А.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009.— 79 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63529.html>. — ЭБС «IPRbooks»

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Криштафович В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров/ Криштафович В.И., Криштафович Д.В., Еремеева Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Дашков и К, 2018.— 209 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85581.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- 1 <http://e.lanbook.com/>
- 2 <http://www.studentlibrary.ru/>
- 3 <http://znanium.com/>

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

При изучении дисциплины «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» студентам рекомендуется использовать патентные базы данных открытого доступа Espacenet, Patentscope и ФИПС.

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

Методические указания включают:

- рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины;
- описание последовательности действий студента, или алгоритм изучения дисциплины;
- рекомендации по работе с литературой;

- рекомендации по подготовке к зачету.

При изучении дисциплины «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Приступая к изучению данной дисциплины, необходимо знать основные положения курсов «Физическая химия», «Физика», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология» «Проектирование химических производств и оборудования».

2. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта лекций и конспекта материалов для самостоятельной проработки. Необходимо просмотреть конспект сразу после занятий, отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендованную литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулировать вопросы и обратиться к преподавателю за консультацией. Необходимо регулярно отводить время для повторения материала, проверять свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

3. После изучения модуля рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины модуля, ответить на контрольные вопросы, указанные в методических указаниях для самостоятельной работы студентов. Такой метод дает возможность самостоятельно проверить готовность к тестированию.

4. Особое внимание следует уделить выполнению лабораторных работ. Лабораторные работы имеют огромное значение для формирования лабораторных навыков по дисциплине. Проведению лабораторных и лабораторных работ должна предшествовать проверка теоретической подготовленности обучающихся. Оценивание лабораторных работ проводится дифференцированно (по пятибалльной системе) и при определении оценок за семестр рассматривается как один из основных показателей текущего учета знаний.

5. Следует иметь в виду, что все темы дисциплины «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» являются в равной мере важными и часто взаимосвязаны. Поэтому нельзя приступать к изучению последующих тем, не усвоив предыдущих.

6. Для изучения дисциплины «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» необходимо использовать различные источники: учебники, учебные и учебно-методические пособия, справочную литературу, раскрывающую категориально понятийный аппарат дисциплины. При самостоятельной работе с учебниками и учебными пособиями рекомендуется придерживаться определенной последовательности. Читая и конспектируя тот или иной раздел учебника, необходимо твердо усвоить основные определения, понятия и классификации. Формулировки определений и основные классификации надо знать на память. После усвоения

соответствующих понятий и закономерностей следует найти примеры их практического применения.

**Процесс изучения дисциплины включает в себя:**

1. Работу под руководством преподавателя (лекции, лабораторные работы, консультации преподавателя).

Лекции нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает.

Лабораторные работы направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения практических задач. Лабораторные работы предоставляют студенту возможность творчески раскрыться, проявить инициативу. Распределение баллов за текущую работу проводится в соответствии с рейтинг-планом.

2. Самостоятельная работа студента. К самостоятельной работе студентов в ходе изучения дисциплины «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» относят: подготовка к лабораторным работам; подготовка отчетов по лабораторным работам; подготовка к зачету.

Основной формой подготовки студентов к лабораторным занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой по следующей схеме: повторение лекционного материала, углубленное изучение рекомендуемых источников. Затем необходимо ответить на вопросы, указанные в методических указаниях. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю.

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация. Текущий контроль осуществляется в виде собеседования и выполнения отчетов по лабораторным работам и позволяет оценить степень освоения студентами отдельных тем дисциплины. Промежуточная аттестация проводится в виде теста.

Подготовка к промежуточной аттестации (зачет) осуществляется в следующем порядке: повторение лекционного материала и конспектов; консультация с преподавателем по вопросам, в которых студент не смог разобраться самостоятельно.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к зачету.** К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## **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.

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:		
D208/347, D303, D313а, D401, D453, D461, D518, D708, D709, D758, D761, D762, D765, D766, D771, D917, D918, D920, D925, D576, D807	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем	
D229, D304, D306, D349, D350, D351, D352, D353, D403, D404, D405, D414, D434, D435, D453, D503, D504, D517, D522, D577, D578, D579, D580, D602, D603, D657, D658, D702, D704, D705, D707, D721, D722, D723, D735, D736, D764, D769, D770, D773, D810, D811, D906, D914, D921, D922, D923, D924, D926	2 этаж, пом № 135, Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	
D207/346	Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления),	
D226	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеокоммутации; подсистема	

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

	аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления), D362 (профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; Компьютерный класс на 15 посадочных мест	
D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	
D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс; Рабочее место: Компьютеры (Твердотельный диск - объемом 128 ГБ; Жесткий диск - объем 1000 ГБ; Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором АОС i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) Модель - M93p 1; Лингафонный класс, компьютеры оснащены программным комплексом Sanako study 1200	
D501, D601	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; 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:		
A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	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;	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); 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

	<p>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>пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на 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**

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Физико-химические методы исследования поверхности материалов» проводится в форме контрольных мероприятий (лабораторная работа (ПР-6), собеседование (УО-1)) по оцениванию фактических результатов обучения студентов осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Устный опрос (собеседование (УО-1)) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка «Зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «Незачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет лабораторные работы.

Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения	Шкала оценивания промежуточной аттестации	
		Не зачтено	Зачтено
ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Знает</u> основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач	<u>НЕ Знает</u> основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач	<u>Знает</u> основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	<u>Умеет</u> выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи	<u>Не Умеет</u> выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи	<u>Умеет</u> выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи
	<u>Владеет</u> методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Не Владеет</u> методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Владеет</u> методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему,	<u>Знает</u> основные методы проведения научного исследования	<u>Не Знает</u> основные методы проведения научного	<u>Знает</u> основные методы проведения научного

цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну		исследования	исследования
	<u>Умеет</u> формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи	<u>Не Умеет</u> формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи	<u>Умеет</u> формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	<u>Владеет</u> навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом	<u>Не Владеет</u> навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом	<u>Владеет</u> навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-2.3 организовывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	<u>Знает</u> методику проведения научного исследования	<u>Не Знает</u> методику проведения научного исследования	<u>Знает</u> методику проведения научного исследования
	<u>Умеет</u> организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	<u>Не Умеет</u> организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	<u>Умеет</u> организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	<u>Владеет</u> навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования	<u>Не Владеет</u> навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования	<u>Владеет</u> навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования
ПК-5.1 выбирает инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	<u>Знает</u> основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики	<u>Не Знает</u> основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики	<u>Знает</u> основные инструменты для организации исследований в области прикладной физики
	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Не Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Умеет применять необходимые инструменты для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов

	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Не Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов	Владеет основными инструментами для организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий, научных семинаров и коллоквиумов
ПК-5.2 анализирует и применяет способы планирования, и организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	<u>Знает</u> основные способы планирования, и организации исследований	<u>Не Знает</u> основные способы планирования, и организации исследований	<u>Знает</u> основные способы планирования, и организации исследований
	<u>Умеет</u> выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	<u>Не Умеет</u> выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	<u>Умеет</u> выбирать способы планирования исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий
	<u>Владеет</u> навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	<u>Не Владеет</u> навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий	<u>Владеет</u> навыками организации исследований в области прикладной физики, наноматериалов и нанотехнологий

## Оценочные средства для текущей аттестации

### Вопросы для собеседования / устного опроса

1. В чем отличие спектроскопии комбинационного рассеяния и инфракрасной спектроскопии?
2. Охарактеризуйте возможности колебательной спектроскопии как методов качественного и количественного анализа.
3. На каких физических явлениях базируется метод исследования дисперсных сред посредством динамического рассеяния света?
4. Как определяются размеры частиц с помощью метода динамического рассеяния света?
5. Что называется «гидродинамическим диаметром» частицы и в чем его отличия от усредненного размера частицы?
6. Что характеризует дзета-потенциал и каковы методы его экспериментального определения?
7. Перечислите основные стадии адсорбции газа на поверхности материала с высокой пористостью.

8. В каких случаях адсорбция газа не ограничивается образованием монослоя?
9. Приведите основные типы изотерм адсорбции.
10. Опишите адсорбционную модель Лэнгмюра и перечислите принятые в ней допущения.
11. Опишите основные известные модели изотерм адсорбции и допущения, на которых они основаны.
12. Опишите принцип работы экспериментальной установки для исследования поверхности методом адсорбции газа и ключевые стадии постановки эксперимента.
13. О чем свидетельствует наличие гистерезиса на изотерме адсорбции-десорбции?
14. Опишите основные принципы зондовой сканирующей микроскопии и перечислите известные Вам разновидности метода.
15. Опишите принцип работы сканирующего туннельного микроскопа. На каком физическом явлении он базируется? Какова его разрешающая способность?
16. Опишите принцип работы атомно-силового микроскопа. На каком физическом явлении он базируется? Какова его разрешающая способность?
17. Какую информацию о материале можно получить методом сканирующей туннельной микроскопии?
18. Какую информацию о материале можно получить методом атомно-силовой микроскопии?
19. Приведите сравнительный анализ контактного, бесконтактного и полуконтактного режимов сканирования атомно-силового микроскопа, укажите основные преимущества и недостатки этих режимов.
20. Каковы основные тенденции развития методов зондовой микроскопии в настоящее время?

#### **Критерии оценки (устный ответ):**

Оценка «отлично» - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка «хорошо» - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять

сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка «удовлетворительно» - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка «неудовлетворительно» - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Методические указания по сдаче зачета**

Зачет принимается ведущим преподавателем.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 60 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов дать ответ.

### **Вопросы к зачету**

1. Опишите устройство электронного микроскопа, укажите его основные элементы, опишите принцип работы.
2. Какова пространственная разрешающая способность электронного пучка, чем она определяется и чем ограничивается?
3. Охарактеризуйте основные отличия и принципиальные возможности просвечивающей и растровой микроскопии.

4. Каковы основные типы электронных микроскопов и каковы основные режимы работы?
5. Какую информацию мы можем получить с помощью электронной микроскопии?
6. Какие типы детекторов используются в электронных микроскопах и для каких целей? Какова пространственная разрешающая способность детектирования основных и сопутствующих сигналов в растровой микроскопии?
7. Какова глубина приповерхностной области доступна для исследования методом растровой микроскопии?
8. Дайте характеристику дифракционным методам исследования, используемому диапазону длин волн излучения, геометрии экспериментального исследования.
9. Опишите основной принцип дифракции, как он реализуется в кристаллах и в наноструктурированных объектах?
10. Опишите устройство и основные элементы дифрактометра.
11. Каково влияние размера частиц либо зерен поликристаллического материала на дифракционные пики?
12. Каково влияние однородных и неоднородных деформаций кристаллических решеток на положение и форму дифракционных пиков?
13. Какие подходы используются при исследовании тонких пленок дифракционными методами?
14. В чем преимущество методов малоугловой дифракции и малоуглового рассеяния?
15. Какова природа поглощения света веществами?
16. В чем различие спектров поглощения атомами и молекулами?
17. Какие материалы поглощают свет в ультрафиолетовом диапазоне?
18. Охарактеризуйте особенности синглетных и триплетных состояний.
19. Какую информацию о веществе можно получить методами оптической спектроскопии?
20. Какие вещества относят к флуорофорам, в чем их особенность?
21. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера и укажите возможные ограничения его практического применения.
22. В чем различие упругого и неупругого рассеяния света? Приведите примеры, опишите схематически релеевское и комбинационное рассеяние света на диаграмме Яблонского.