



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДФУ)

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Огнев А.В.

(Ф.И.О.)

« 28 » 02 2023 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента



(подпись)

Короченцев В.В.

(Ф.И.О.)

02 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы моделирования в прикладной физике

**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**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 **Физика**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020 № 891 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 5 от «28» февраля 2023 г.

Директор департамента

Составитель (ли):

к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

к.ф.-м.н., Юрий Владимирович

Владивосток

2023

## Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента общей и экспериментальной физики утверждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г. № \_\_\_\_\_

**Цель:** обучение студентов современным методам моделирования в области прикладной физики, дать представление о возможностях практического применения этих методов.

**Задачи:**

1. изучить инструментальные средства и методы моделирования в прикладной физике;
2. формирование у обучающихся представления о возможностях, области применения и задачах, решаемых методом компьютерного моделирования в прикладной физике;
3. приобретение обучающимися практических навыков по работе с современными пакетами программ, реализующими методы моделирования в прикладной физике;
4. получить навыки построения и исследования моделей реальных систем на ЭВМ;
5. ознакомить с методами обработки и интерпретации результатов компьютерного моделирования.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

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
Проектный	<b>ПК-4</b> Способен проектировать технологические процессы создания наноматериалов и изделий электронной техники	ПК-4.1 выбирает программное обеспечение и применяет методы проектирования технологических процессов создания наноматериалов и изделий электронной техники

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	Знает основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	Умеет выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Владеет 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	Знает основные методы проведения научного исследования
	Умеет формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-4.1 выбирает программное обеспечение и применяет методы проектирования технологических процессов создания наноматериалов и изделий электронной техники	Знает функциональность современных инструментальных средств и основное программное обеспечение в области проектирования технологических процессов создания наноматериалов и изделий электронной техники
	Умеет проводить оценку и выбор программного обеспечения, методов проектирования технологических процессов для создания наноматериалов и изделий электронной техники
	Владеет навыками работы с программными продуктами и информационными ресурсами, методами проектирования технологических процессов создания наноматериалов и изделий электронной техники

### 1. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 академических часов, в том числе 54 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и 126 академических часов на самостоятельную работу обучающихся (в том числе, 36 час. на подготовку к экзамену).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лб	Лабораторные занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контроль
1	Раздел I. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	2		14			24	36	Экзамен
2	Раздел II. Оже-электронная спектроскопия	2		14			22		
3	Раздел III Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия	2		14			22		
4	Раздел IV Масс-спектрометрия	2		12			22		
	Итого:			54			90	36	

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Не предусмотрено

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Лабораторные работы

#### Раздел I. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

##### Лабораторная работа №1. Физические принципы и основы метода

Рентгеновская спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (ЭСХА), электронная Оже-спектроскопия, УФЭС, ДФЭС. Теория фотоэмиссии. Трехступенчатая модель фотоэмиссии. Угловая зависимость фотоэмиссии. Направление и интенсивность внутреннего фотоэффекта. Интерпретация спектров ( $j$ - $j$  связь, связь Рассела-Саундерса).

##### Лабораторная работа №2. Физические основы метода. Особенности качественного анализа

Физические принципы РФЭС. Качественный анализ. Учет зарядки поверхности в РФЭС (металлы, полупроводники и диэлектрики).

Химические сдвиги в РФЭ-спектрах. Модели для интерпретации химсдвига. Влияние химического состояния элементов на электронные спектры. Структура спектров РФЭС. Остовные уровни. Ширина пиков. Вторичная структура спектров. Пики плазмонных потерь. Мультиплетное расщепление. Рентгеновские сателлиты и духи. Сателлиты «shake-up» и «shake-off». Структура валентной зоны. Асимметрия остовных уровней металлов. Чувствительность к поверхностному слою. Угловые эффекты. Дифракция фотоэлектронов. РФЭС с угловым разрешением. Количественный элементный анализ. Аппаратурное оформление метода.

### **Лабораторная работа №3. Обработка результатов, обзор программ обработки РФЭ-линий**

CASA-XPS, Origin, XPS Peaks и т.д. Основы математической обработки линий. Задачи обработки. Примеры обработки. Методические проблемы обработки.

### **Лабораторная работа №4. Интерпретация результатов применения РФЭС к исследованию поверхностей и интерпретация результатов**

Неразрушающий качественный и количественный элементный и фазовый анализы поверхности металлов, сплавов, материалов высоких технологий. Использование метода для локального анализа поверхности. Предел чувствительности метода и относительная точность определения, диапазон определяемых элементов.

## **Раздел II. Оже-электронная спектроскопия.**

### **Лабораторная работа №5. Физические принципы и основы метода ОЭС.**

Энергия оже-электронов свободного атома (Теоретический, полуэмпирический и эмпирический расчеты). Энергетические уровни, сдвиги и форма Оже-пиков. Энергия Оже-электронов в твердом теле. Химические сдвиги в Оже-спектрах. Связь химических сдвигов в рентгеноэлектронной и Оже-спектроскопии. Уширение линий в оже-спектрах твердого тела (конечное время жизни, фононное уширение, вариация энергии поляризации). Оже-спектры с участием электронов внешних зон. Количественная Оже-спектроскопия. Сечение ионизации. Коэффициент обратного рассеяния. Глубина выхода. Методы количественного анализа. Метод коэффициентов относительной чувствительности.

## **Раздел III Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия.**

### **Лабораторная работа №6. Методы ионной спектроскопии.**

Физические принципы ультрафиолетовой фотоэлектронной спектроскопии. Использование УФЭС для изучения зонной структуры. Применение УФЭС для изучения адсорбированных молекул. Использование синхротронного излучения и его преимущества. Соотношение между энергией синхротронного излучения и глубиной выхода фотоэлектронов. Фотоэмиссия из двух вырожденных по энергии систем уровней. Зависимость сечения поглощения от энергии фотонов. Неразрушающие и разрушающие методы. Локальный и послыйный анализ. Спектроскопия обратного резерфордского рассеяния. Активационный анализ. Обмен зарядом между ионами и поверхностью. Ионно-нейтрализационная спектроскопия (ИНС). Рассеяние медленных ионов (РМИ). Структурные дефекты и их проявления в РМИ. Рассеяние быстрых ионов. Статическая и динамическая Вторично-ионная масс-спектрометрия (ВИМС). Количественная интерпретация данных послыного анализа. Калибровка скорости распыления. Шкала концентраций. Разрешение по глубине. Эффекты, обусловленные ионной бомбардировкой.

#### **Раздел IV Масс-спектрометрия.**

##### **Лабораторная работа №7. Ионизация атомов и молекул.**

Методы ионизации. Типы ионов. Сущность метода масс-спектрометрии. Принципиальная схема масс-спектрометра. Магнитные и динамические масс-спектрометры. Спектрометрион-циклотронного резонанса. Хромато-масс-спектрометрия. Применение метода масс-спектрометрии для исследования органических и неорганических соединений. Идентификация и установление строения веществ. Определение потенциалов ионизации молекул. Массспектрометрия в термодинамических исследованиях и химической кинетике.

#### **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	Работа с основной и дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к лабораторным работам.	90 час.	ПР-6 Лабораторная работа
2	В течение семестра	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен
	<b>ИТОГО</b>		126часов	

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения. Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

*Самостоятельная работа включает в себя подготовку к лабораторным работам, работу с литературой.*

##### ***Работа с литературой.***

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.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим занятиям рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

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

Перед лабораторной работой студент должен самостоятельно изучить методические указания по ее выполнению, ознакомиться с содержанием работы, прочитать необходимую учебную литературу для понимания методов моделирования в прикладной физике. После успешного выполнения лабораторной работы студент самостоятельно пишет, обрабатывает полученные данные и пишет отчет. Сдача отчета проводится во время лабораторных занятий.

#### *Структура отчета по лабораторной работе*

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

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

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, 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 отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, 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.

### *Оформление отчета по лабораторной работе*

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

### *Набор текста*

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 – TimesNewRoman;
- 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 ставиться, 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.

*Рекомендации по оформлению графического материала,  
полученного с экранов в виде «скриншотов»*

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

## 5. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
Раздел 1		ПК-2.1	знает	Лабораторные работы 1-4 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	умеет		
		ПК-4.1	владеет		
Раздел 2		ПК-2.1	знает	Лабораторная работа 5 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	умеет		
		ПК-4.1	владеет		
Раздел 3		ПК-2.1	знает	Лабораторная работа 6 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	умеет		
		ПК-4.1	владеет		

	Раздел 4	ПК-2.1	знает	Лабораторная работа 7 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	знает		
		ПК-4.1	умеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе ФОС.

## **6. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха.- М.: Мир, 1987.- 600 с.

2. Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 560 с. <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>

3. Нефедов, В. И. Рентгеноэлектронная спектроскопия химических соединений: справочник. – М.: Химия, 1984. – 255 с.

4. Пергамент, М. И. Методы исследований в экспериментальной физике: учеб. пособие / М. И. Пергамент . - Долгопрудный : Интеллект , 2010 . - 300 с.

5. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие / В.И. Троян, М.А. Пушкин, В.Д. Борман, В.Н. Тронин. - М. : МИФИ, 2008. - 258 с. - ISBN 978-5-7262-1020-3 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237998>

### **Дополнительная литература**

1. Агеев, О. А. Методы формирования структур элементов нанoeлектроники и наносистемной техники: Учебное пособие / Агеев О.А., Федотов А.А., Смирнов В.А. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - 72 с.  
<http://window.edu.ru/resource/948/73948>

2. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс] / Афонский А.А., Дьяконов В.П. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 688 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html> – ЭБС «IPRbooks».

3. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника: теория и практика / Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Данилюк А.Л., Уткина Е.А. 2-ое изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 366 с.

4. Драгунов, В. П. Микро- и нанoeлектроника: учебное пособие / В.П. Драгунов, Д.И. Остертак. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 38 с.:  
<http://www.iprbookshop.ru/45107.html>

5. Поверхность и межфазные границы в окружающей среде. От нанoeуровня к глобальному масштабу [Электронный ресурс] / П. Морис ; пер. с англ. под ред. В. И. Свитова. - Эл. Изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 540 с. <http://e.lanbook.com/view/book/42601/page139/>

### Интернет-ресурсы

1. Учебные и методические пособия, методические указания к практическим работам (включая электронные варианты, все доступно на странице [http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page\\_id=107](http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=107)

2. X-ray Photoelectron Spectroscopy Database of the National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA, <http://srdata.nist.gov/xps/>

3. Физические основы, аппаратура и методы электронной спектроскопии: Метод. указания к лабораторным работам по курсу —Физические основы электронной техники. Сост. Паршин А.С.- Красноярск: САА, 1993. - 28 с. <http://sibsauktf.ru/courses/>

4. Получение и контроль сверхвысокого вакуума: Метод. указания к специальному практикуму по курсам «Физика поверхности и границ

раздела» /Сост.: А.Е. Худяков, С.Г. Овчинников, А.С. Паршин.- Красноярск: САА, 2000.- 39 с. <http://sibsauktf.ru/courses/>

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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.).

## **7.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу.

При организации учебной деятельности на занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Лабораторные занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М"

(<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются доклад, практическое задание.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена в конце 2 семестра.

Организация деятельности студента.

*Лабораторное занятие.* Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

После выполнения каждого этапа задания, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

*Самостоятельная работа.* Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков моделирования, приобретенных на лабораторных занятиях.

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

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г., лот 5. Срок действия договора с 30.06.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15-04-101 от 23.12.2015 г. Срок действия договора с 15.03.2016 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Нави-ком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Срок действия договора с 31.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Срок действия договора с 30.11.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Под-писка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - 30.06.2020 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Подписка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Лицензия - 27.10.2021 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690014, Приморский край, г.Владивосток, ул. Радио 5, ИАПУ ДВО РАН, 302, 304, 306, 308, 310</p>	<p>Специализированная лаборатория Департамента общей и экспериментальной физики структур: Лаборатория технологии двумерной микроэлектроники: 1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 40 до 500К), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением 2. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка «Omicron» STM VT-25: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 77 до 700 К) - электронная оже-спектроскопия, - дифракция медленных электронов. 3. Сверхвысоковакуумная установка для молекулярно- пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbell) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30. Количество посадочных рабочих мест для студентов - 8</p>	<p>Microsoft Office365/Microsoft/США/Платное ПО  Microsoft Teams/Microsoft/США/Платное ПО</p>

Для обработки результатов можно использовать стандартные программы для построения графиков в операционной системе Windows.

## 9. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p>	<p>Знает основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач</p>
	<p>Умеет выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи</p>
	<p>Владет методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	Знает основные методы проведения научного исследования
	Умеет формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-4.1 выбирает программное обеспечение и применяет методы проектирования технологических процессов создания наноматериалов и изделий электронной техники	Знает функциональность современных инструментальных средств и основное программное обеспечение в области проектирования технологических процессов создания наноматериалов и изделий электронной техники
	Умеет проводить оценку и выбор программного обеспечения, методов проектирования технологических процессов для создания наноматериалов и изделий электронной техники
	Владеет навыками работы с программными продуктами и информационными ресурсами, методами проектирования технологических процессов создания наноматериалов и изделий электронной техники

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
Раздел 1		ПК-2.1	знает	Лабораторные работы 1-4 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	умеет		
		ПК-4.1	владеет		
Раздел 2		ПК-2.1	знает	Лабораторная работа 5 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	умеет		
		ПК-4.1	владеет		
Раздел 3		ПК-2.1	знает	Лабораторная работа 6 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	умеет		
		ПК-4.1	владеет		
Раздел 4		ПК-2.1	знает	Лабораторная работа 7 (ПР-6)	Экзамен
		ПК-2.2	знает		
		ПК-4.1	умеет		

**Текущая аттестация студентов** по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является

обязательной.

Текущая аттестация 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;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

#### 1. Лабораторная работа (ПР-6)

### **Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов)**

Лабораторная работа (ПР-6) - средство для закрепления и практического освоения материала по определенной теме.

Приступая к выполнению лабораторной работы, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить ход выполнения работы по теме занятия, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре работы. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Выполнение лабораторной работы направлено на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений и навыков.

Оценивание лабораторной работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

### Критерии оценивания:

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент присутствовал на лабораторном занятии, выполнил лабораторную работу, самостоятельно получил необходимые экспериментальные результаты, оформил отчет в соответствии с требованиями, правильно построил графические зависимости физических величин, сделал правильные выводы, объяснил ход закономерностей, продемонстрировал глубокое знание теории изучаемых явлений. Студент предоставил правильно оформленный отчет, правильно ответил на контрольные вопросы
«не зачтено»	Студент не предоставил отчет, либо отчет не соответствует установленным требованиям по оформлению или содержанию, не содержит выводов. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но использовал чужие данные. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но не может ответить на контрольные вопросы.

**Промежуточная аттестация студентов** по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Форма отчётности по дисциплине – экзамен (2-й, весенний семестр). Студент допускается к экзамену после получения положительных оценок за задания текущей аттестации, выполненные в течение семестра (оценочные средства для текущего контроля). Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка.

### Вопросы к экзамену

1. Рентгенофотоэлектронная, Оже- и УФЭ-спектроскопии.
2. Какие элементы можно определять методом РФЭС и методом ОЭС?
2. Принцип метода масс-спектрометрии. Основные задачи, решаемые в рамках метода.
3. Как происходит обработка и интерпретация данных в методе РФЭС
4. Напишите путь определения зарядки поверхности облучаемых образцов (калибровка спектров РФЭС)
5. Опишите принципы расчета химического сдвига и спин-орбитального расщепления РФЭС-линий

6. Как происходит количественный анализ в РФЭС и определение структурной формулы вещества

7. Принципы интерпретация данных РФЭС в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах

8. Основные этапы обработки и интерпретации Оже-спектров в РФЭС спектроскопии

9. По какой методике осуществляется расчет модифицированного параметра Вагнера и энергии релаксации из совместного анализа РФЭС и ЭОС данных

10. Приведите примеры интерпретация данных Оже-спектроскопии в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене:

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» 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.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно»

		ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине</b>				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: лабораторная работа)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: лабораторная работа)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач